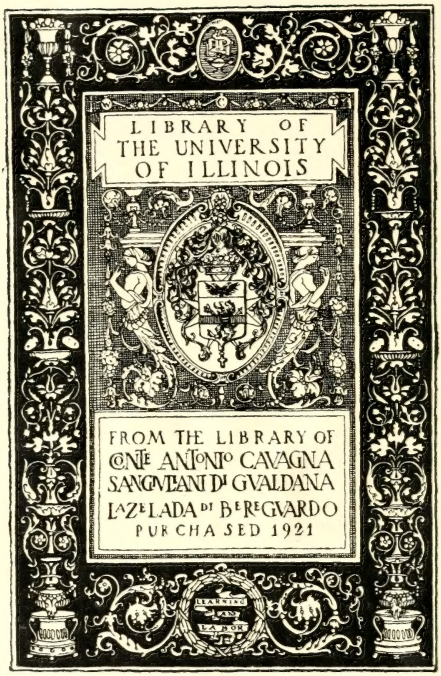
E-4-22

$ 1,50



631
L62nFs

BIOLOGY LIBRARY

E-h-92

NOTICE: Return or renew all Library Materials! The *Minimum* Fee for each Lost Book is $50.00.

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and dismissal from the University.
To renew call Telephone Center, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

JAN 0 8 1991

L161—O-1096

LETTRES

SUR

L'AGRICULTURE MODERNE.

Bruxelles. — Impr. de E. Guyot, rue de Pachéco, 12.

LETTRES

SUR

L'AGRICULTURE MODERNE

PAR

le Baron JUSTUS DE LIEBIG,

Président de l'Académie royale des sciences de Bavière et conservateur général des collections scientifiques de l'État, membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris.

TRADUITES PAR

le docteur Théodore SWARTS,

PRÉPARATEUR DES COURS DE CHIMIE GÉNÉRALE A L'UNIVERSITÉ DE GAND.

BRUXELLES

A. LACROIX, VERBOECKHOVEN et Cie, libraires-éditeurs,

rue Royale, 3, impasse du Parc.

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

http://www.archive.org/details/lettressurlagric00lieb

631
L62nFs
Bibl
HUGHES
Feb. 2 31

PRÉFACE.

Les progrès immenses réalisés par l'agriculture, depuis la fin du siècle dernier, consistent essentiellement en des améliorations apportées à la pratique, c'est-à-dire à l'exercice de la partie technique de cette profession : on sait depuis longtemps à quels résultats remarquables sont arrivés Thaër et d'autres hommes éminents, qui se sont engagés dans cette voie. Des princes éclairés, et surtout le sage fondateur de l'école de Hohenheim, se sont acquis des droits immortels à la reconnaissance des agriculteurs de l'Allemagne, en élevant des écoles destinées à répandre au loin les résultats des expériences acquises et les meilleures méthodes de culture usitées en Belgique et en Angleterre. C'est ainsi que

s'est ouverte, de notre temps, une voie nouvelle de développement et de progrès. C'est de l'application réelle des principes scientifiques aux professions techniques, et surtout à l'agriculture, que découle naturellement leur perfectionnement : aussi longtemps que l'industriel peut retirer quelque avantage d'un perfectionnement apporté à l'exercice de sa profession, il ne s'occupe que de le rechercher. Toutefois, ces perfectionnements dans l'exploitation ne suffisent pas à tous les besoins : l'exercice d'une profession ne donne, par lui-même, à l'industriel ni une raison de ce qu'il fait, ni un contrôle pour la valeur de ses expériences, et, à la fin, le praticien ne veut plus se laisser conduire au hasard. C'est la science qui doit répondre à tous ces besoins.

Une lutte s'est engagée dans ces dernières années, entre la science et l'art pratique : il en est du reste toujours ainsi toutes les fois qu'on entre dans une voie nouvelle. Celui-ci ne pouvant pas s'accommoder des moyens inusités que l'autre lui offrait, on conçoit aisément qu'un différend se soit élevé.

Lorsque, en effet, un homme appartenant aux classes éclairées de la société et étranger à l'agriculture, jette un coup d'œil sur les publications agricoles de ces derniers temps, il ne tarde pas à voir que la grande majorité des auteurs sont d'accord pour déclarer que les opinions que je professe en matière d'agriculture n'ont

pas la moindre valeur en pratique, et doivent, en partie, être regardées comme controuvées. « L'expérience, disent-ils, est plus ancienne que la science! c'est elle qui a toujours montré au praticien ce qui lui fait défaut; les faits établissent que sa manière d'agir est appropriée aux circonstances et qu'elle est la meilleure; ses récoltes abondantes et toujours croissantes sont une preuve irréfragable en faveur des idées qui le guident. »

Ces opinions et ces jugements ne sont pas admissibles d'une manière générale : toutefois on peut en trouver aisément l'explication. Les publications agricoles, dans lesquelles ces idées se produisent, ne sont en définitive, écrites que pour les cultivateurs aisés qui peuvent s'abonner aux journaux ou s'acheter les ouvrages qui traitent de l'agriculture ; or, il est évident que ce sont les besoins, les désirs et les procédés de ces cultivateurs qui viennent se refléter dans ces publications, puisque c'est à cette classe de praticiens que celles-ci doivent leur existence. Il ne saurait en être autrement.

Le propriétaire, dont nous parlons, produit, en général, du bétail et du grain; il possède des biens-fonds et des capitaux considérables. Ses terres consistent en champs et en prairies; ses étables sont bien peuplées et lui fournissent en abondance du fumier, qu'il emploie largement. Il a, en outre, un moulin à colza qui lui procure des tourteaux, une distillerie ou une brasserie qui lui

donne des engrais supplémentaires, et, à leur défaut, il peut avec son argent se procurer du guano, du nitrate de soude, de la poudrette ou du tourteau. Toute sa science se réduit à connaître la valeur du fumier et de ses succédanés qu'il emploie et apprécie très-exactement. Son intendant sait l'époque de la fumure et l'ordre des rotations, sans avoir besoin pour cela de la moindre notion scientifique : pour lui d'autres indices existent, qui sont bien préférables et qui doivent lui suffire.

Le riche propriétaire est un homme éclairé, qui éprouve aussi des besoins intellectuels. Ce sont les publications agricoles qui viennent les satisfaire. L'auteur établit par des considérations théoriques la supériorité du travail empirique ; il confirme les opinions du praticien, et les arrange de manière à leur donner une apparence scientifique. Quoique ses explications soient souvent en contradiction avec les vérités scientifiques les plus incontestables, elles ont l'avantage que le propriétaire les regarde comme étant d'accord avec son expérience; et, en définitive, il ne s'agit que de le rendre content de ce qu'on appelle l'accord de la pratique avec la théorie. Ainsi, par exemple, on prétend que, dans la production du bétail et du grain, les alcalis du fumier restent sur le sol, et que, dans la pratique, leur quantité ne fait qu'augmenter plutôt qu'elle ne diminue ; par conséquent, il est inutile, superflu de les restituer au

sol. Ce qui dépend de la nature du mode d'exploitation, l'auteur l'explique par la nature du sol ; il dit au praticien qu'il n'est pas nécessaire de rendre au sol les alcalis qu'on lui a enlevés, puisque ses terres en renferment des quantités inépuisables. Ce fait, il est vrai, est en opposition avec toutes les connaissances chimiques qu'on possède à ce sujet; mais peu importe que le sol soit épuisable ou non, si l'on se soucie peu de la chose principale, à savoir du coût des matériaux à acheter au dehors, etc., pour rendre au sol ce qu'on lui a pris.

L'auteur explique encore au praticien pourquoi le guano et les autres engrais qui suppléent au fumier lui sont si utiles. « Il est clair, lui dit-il, que toutes ces substances ont un élément commun, l'azote ; et, puisque leur emploi donne le même résultat (augmentation équivalente des récoltes), il est évident que la cause doit en être commune, c'est-à-dire, la même pour toutes. En faisant produire au sol du grain ou de la viande, on lui enlève de l'azote, ce qui a pour conséquence d'épuiser les terres; il est donc naturel que la restitution de l'azote à un champ rende à celui-ci sa fertilité première. » Il serait plus qu'insensé de vouloir contester le fait du rétablissement de la fertilité des champs de céréales par l'emploi du guano, des os en poudre ou du tourteau : ce fait est d'accord avec l'expérience du praticien, et, par suite, ce dernier regarde comme vraie

l'explication qu'on lui en donne, quoiqu'elle n'ait que l'apparence de la vérité : il se voit avec satisfaction confirmé dans sa croyance que sa pratique est rationnelle et sanctionnée par la science; ce qui n'est pas en réalité.

Quant aux questions pratiques du genre de celles-ci : Pourquoi l'action ultérieure des engrais que nous venons d'énumérer n'est-elle pas égale à celle du fumier d'étable? pourquoi en est-elle si différente? pourquoi le trèfle ne vient-il plus sur certains champs? ou pourquoi les pois ne réussissent-ils qu'à de longs intervalles sur le même terrain? Notre auteur s'en préoccupe fort peu; il en parle comme de choses établies par la nature, auxquelles il n'y a rien à changer, et dont le cultivateur doit tenir compte dans sa pratique. Et, dans le cas extrêmement peu probable où le praticien serait arrivé par lui-même à résoudre une de ces questions ou à éluder une difficulté (car c'est à lui qu'en est laissé le soin), l'auteur regarde comme sa plus belle prérogative de lui démontrer, par une série d'analyses chimiques, comment la théorie s'applique exactement à la pratique.

Ces écrits des auteurs agronomiques ne causent pas de préjudice aux propriétaires pour lesquels ils sont faits, car ces derniers maintiennent constamment la fertilité de leurs terres, au moyen du fumier, du guano ou d'autres engrais qu'ils achètent. Dans cette pratique si simple, l'épuisement ne se produit jamais; ce qu'on

enlève aux champs en éléments de grain ou de viande, leur est rendu largement et même outre mesure.

Quoique les notions scientifiques ne jouent qu'un rôle très-restreint dans la pratique de ces heureux propriétaires, puisque tout leur savoir consiste en une couple de recettes qu'on pourrait écrire sur une carte à jouer, c'est cependant pour eux que sont faits la plupart des Manuels et des Traités les plus estimés : c'est à eux que s'adressent la plupart des articles insérés dans les publications agricoles ; c'est pour eux qu'on écrit, sur la connaissance du sol et l'action des engrais, ces ouvrages enrichis de notions scientifiques empruntées à la chimie, à la physique, à la botanique et à la géognosie ; c'est pour eux, enfin, qu'on publie ces nombreuses analyses de grains, de pailles, de foin et de navets. Il est vrai qu'ils ne lisent ou ne comprennent rien de tout cela, parce qu'il ne s'y trouve rien de compréhensible, ou qui puisse les faire avancer d'un pas dans leur travail ; seulement ils y prennent plaisir, parce qu'ils voient entièrement confirmée par la science la pratique qu'ils exercent avec tant d'ardeur et de succès.

Après eux, vient une seconde classe de propriétaires. Ceux-ci possèdent aussi des terres, mais leur capital est inférieur à celui des premiers : leurs champs donnent de bonnes récoltes par la simple culture et l'emploi du fumier. Ils achètent peu de guano et d'autres engrais ;

ils en achètent même trop peu, et, se fondant sur les théories des auteurs qui prétendent que les éléments minéraux de leurs champs sont inépuisables (théories qui s'appliquent à un tout autre système d'exploitation), ils s'imaginent que la fertilité de leurs terres n'a pas de limite. Comme les conditions de fertilité ne font pas encore défaut, ils croient ne devoir se prémunir contre le besoin que quand il viendra frapper à leur porte.

Ceux-là aussi lisent les journaux agricoles et sont parfaitement convaincus que les préceptes de la science ne cadrent pas avec leurs procédés. Ils sont les échos des autres propriétaires et des chauds partisans des théories des agronomes, quoiqu'en les pratiquant ils fassent tous les ans un pas vers la ruine de leurs champs, ruine qui est la suite inévitable de leur système d'exploitation.

L'opposition que la science a rencontrée chez cette classe de praticiens provient, en partie, de l'ignorance des vrais principes scientifiques, et, en partie, de ce que l'on comprenait ou expliquait mal ceux-ci.

Si j'ai attaqué, avec cette vivacité qu'entraîne la conviction, les erreurs et les contradictions de ces auteurs en tant qu'ils s'occupaient de sujets purement chimiques, relativement au sol, aux engrais et à la nutrition des plantes, on ne doit pas perdre de vue que ce sont eux qui ont été les agresseurs et qui ont engagé la lutte.

Une attaque de ma part eût été impardonnable, d'autant plus qu'avec cette naïveté qui caractérise ceux qui jugent de choses qu'ils ne comprennent pas, ils avaient avoué que la chimie et les sciences naturelles leur étaient tout à fait étrangères. Ce sont, sans exception, des hommes dignes de toute l'estime dont ils jouissent dans la vie civile, et il ne saurait me venir à l'idée de vouloir les blesser personnellement. Mais, quand ils se posent en défenseurs et en propagateurs de théories qui n'ont pour elles que d'avoir servi de règle pendant cinquante ans, et qui sont en désaccord avec les notions les plus exactes, basées sur la chimie et les sciences naturelles, quand, dis-je, ils professent des idées qui doivent un jour compromettre la prospérité de l'agriculteur, toute considération de personne ou de rang serait, à mes yeux, un attentat au bien-être de tous, si elle avait pour conséquence de masquer la faiblesse, l'inanité de leurs arguments, et leur profonde ignorance des rudiments de la chimie et des sciences naturelles. Leur aveuglement les empêche de voir clair dans leur propre pratique et en fait les ennemis les plus terribles de la science, dont ils ne saisissent pas même le but.

Les questions qui se rattachent au domaine scientifique en agriculture sont d'une trop haute importance, pour que ceux qui s'avisent de les traiter ne doivent s'assurer d'abord s'ils les comprennent.

Le but principal du cultivateur est de trouver des engrais puissants, qui fertilisent les terres stériles et doublent le produit des terres productives; mais ce n'est pas en marchant les yeux bandés dans la voie de l'empirisme qu'il les trouvera, si ce n'est par hasard. Aussi ignore-t-il que ce n'est qu'en s'occupant, pendant plusieurs années, de choses élémentaires et en apparence futiles, qu'on parvient à comprendre les grandes choses.

Le chemin suivi par la science pour trouver des engrais actifs est tout autre; il est plus aride, mais plus sûr : il est doublement difficile, puisque le savant qui le parcourt doit lutter non-seulement contre les préjugés de la pratique, mais encore contre les erreurs de sa propre science, erreurs qui le dominent comme enfant de son époque, et le font broncher à chaque pas; mais il sait que reconnaître une erreur est déjà une victoire, et que le chemin de la lumière est plein de ténèbres et d'épines.

Nos auteurs agronomiques n'ont aucun remède à offrir au petit propriétaire, au pauvre paysan, à ceux qui, en un mot, n'ont que peu ou pas de capital, pas de bonnes terres, pas de prairies, trop peu de bétail, et, par suite, pas de fumier; ceux qui cultivent les plantes commerciales, comme le tabac, le houblon, le lin, le chanvre ou la vigne, ne trouvent non plus dans leurs leçons

aucun renseignement sur leur pratique, mais seulement des recettes inefficaces, ou s'appliquant à certaines localités spéciales.

La science, au contraire, doit être le bien de tous; elle doit aider tous ceux qui ont besoin ou qui demandent du secours; elle doit augmenter les richesses intellectuelles du riche et du pauvre, de tous ceux, en un mot, qui cherchent la vérité de bonne foi.

C'est là ce qui m'a porté à publier cette série de lettres sur l'agriculture dans la nouvelle édition de mes *Lettres sur la chimie*. Le présent ouvrage en est une réimpression spécialement destinée à ceux qui possèdent déjà mes *Lettres sur la chimie*. Je désire mettre les hommes éclairés de la nation au courant des faits acquis à la chimie, en ce qui concerne la nutrition des plantes, les conditions de fertilité des terres et les causes de leur épuisement; si j'ai le bonheur de faire apprécier la haute importance économique de ces notions et de les répandre au loin, je croirai avoir rempli une des tâches de ma vie. C'est sur la coopération des hommes éclairés que je fonde l'espoir du succès : sans leur concours, il devient impossible.

Quant aux praticiens qui combattent les principes scientifiques, faute de les connaître, il importait d'attirer sans cesse, sans relâche, leur attention sur les faits qui servent de base à l'enseignement de la science; car,

si l'on réussit à les déterminer à un essai, ils sont gagnés à la cause.

Les lois acquises dans le domaine des sciences naturelles dominent l'avenir intellectuel et matériel des pays et des peuples ; chacun est intéressé aux questions qui se rattachent à l'application de ces lois.

PREMIÈRE LETTRE.

SOMMAIRE.

De l'agriculture pratique considérée dans ses rapports avec la chimie. — Pratique expérimentale et théorie. — Méthode inductive. — Tendance de l'agriculture vers les connaissances scientifiques. — Causes de la lenteur avec laquelle se développe la science agricole. — État actuel de ce développement.

L'attention des économistes a été fort à propos éveillée par la controverse soulevée aujourd'hui entre l'agriculture pratique et la chimie, soutenue de part et d'autre avec vivacité, et peut-être bien au profit de toutes deux. Elle touche, en effet, aux intérêts matériels les plus importants; c'est une question qui se rattache aux lois fondamentales de la société et qui, à notre époque, prime toutes les autres : il s'agit de trouver le moyen de produire le plus de grain et de viande possible sur une surface donnée, afin de satisfaire les besoins de la population toujours croissante de cette surface. Les questions sociales les plus graves sont intimement liées à ce problème, qui doit être résolu par la science.

Celle-ci, d'après sa méthode ordinaire, a cherché la solution du problème, en abordant de front toutes les

difficultés préliminaires ; mais cette manière de procéder n'a pas été du goût des hommes pratiques; aussi, loin d'obtenir leur appui, elle n'a rencontré chez eux que de l'opposition. La science a nivelé l'emplacement du nouvel édifice, destiné à fournir un asile à tous ceux qui voudront y entrer ; elle a desséché les marais et enfoncé les pilotis nécessaires à la solidité et à la durée des fondations ; elle a choisi les pierres propres à la bâtisse, tout en montrant que ces pierres ne se rencontrent pas partout, comme le mortier ; enfin, elle a tracé le plan de l'édifice. Mais ni les maçons, ni les charpentiers, sans l'aide desquels elle ne peut rien, n'ont voulu la seconder : ils ont dit que la pratique a été et sera toujours leur guide, que leur manière de voir, fondée sur l'expérience, n'admettait pas la contradiction. Ainsi, ce qui, de mémoire d'homme, a toujours été tenu pour vrai, doit l'être forcément. Ils rejettent le plan proposé parce qu'il contredit le leur, qui est le meilleur à leurs yeux; les marais à dessécher, les pilotis à enfoncer, tout cela leur paraît de peu d'importance. Les pierres mêmes n'attirent pas leur attention ; on en trouve partout, disent-ils; ce qui leur manque, selon eux, c'est le mortier, et tout dépend de là.

L'agriculture, comme tous les arts mécaniques, est née de l'expérience, c'est-à-dire de l'observation directe des faits et des phénomènes ; elle pouvait par l'expérimentation atteindre à un certain degré de perfection. L'observation permet de reconnaître certains rapports qui existent entre la nature d'une terre et son degré de fertilité : quand une terre est meuble et de couleur noire, elle produira souvent de très-bonnes récoltes de froment. Mais toutes les terres n'étant pas naturellement meubles et de couleur noire, l'art expérimental recherche nécessairement le moyen d'ameublir les sols

compactes et de donner les qualités d'une terre noire à celles qui ne les ont pas. Il recherche, en vue d'un but déterminé, les relations passagères ou durables qui peuvent exister entre deux faits; il s'efforce de faire produire au sol le rendement le plus élevé, soit par la culture de telle ou telle plante, soit par l'application de tel ou tel engrais ou par un procédé quelconque.

Sans doute, l'art expérimental ne peut se passer d'idées pour résoudre les questions qui sont de son domaine; mais peu importe que ces idées soient justes ou non : pour qui cherche une chose sans savoir où la trouver, tout chemin est bon, et quand des milliers d'individus poursuivent le même but dans mille directions différentes, il arrive, en général, que, s'ils ne l'atteignent pas, ils font du moins quelque découverte utile. C'est ainsi que l'art se perfectionne, et l'on a peine à croire aux progrès qui ont déjà été réalisés et qui le seront encore de cette manière.

La relation entre deux faits, comme la nature d'un engrais et celle du sol, s'établit par un troisième, par exemple, le produit d'une récolte : l'homme pratique, le *matter of fact man* ne connaît pas d'autres rapports.

L'exercice d'un métier n'exige de même aucun travail d'esprit; il suffit de connaître les *faits* et leurs relations palpables. Demandez à un boulanger la composition de la farine et du levain; parlez-lui de l'influence de la chaleur et de la fermentation; interrogez le savonnier sur la nature de la graisse et du capitel, ils ne sauront vous répondre. L'un et l'autre savent cependant comment se font le pain et le savon. La marchandise est-elle bonne, ils diront avoir réussi.

Il en était ainsi naguère encore du cultivateur; il ne

savait rien ou presque rien des choses dont il s'occupe chaque jour ; il n'avait pas la moindre notion de la composition du sol et de l'air, ni de l'effet des labours, ni de celui des engrais.

Tous les industriels, et cela se comprend, recherchent avant tout le profit ; tous les perfectionnements tendent à ce but. C'est pourquoi le boulanger met toute son habileté à fabriquer du pain blanc et ferme avec une farine grise et de mauvaise qualité ; c'est pourquoi aussi le savonnier s'ingénie à fabriquer un savon de bonne apparence avec une graisse inférieure. Le but du cultivateur praticien est de faire porter au sol le plus ingrat les plus belles récoltes, et cela en dépensant le moins possible de travail et d'engrais. Tout petit fabricant n'a en vue que ce but mesquin.

Les progrès que fait une profession quelconque, et surtout l'agriculture, dans la voie expérimentale, finissent par rencontrer une limite. C'est ce qui arrive lorsque les sens se refusent à l'observation, lorsqu'il ne s'offre plus d'objet nouveau, qu'on a tout expérimenté et utilisé dans la pratique tous les résultats de l'expérimentation. Dès lors il n'y a plus de progrès possible avant que l'on n'ait découvert des faits ignorés, ou fortifié la puissance d'observation des sens et perfectionné les méthodes d'investigation, ce qui ne peut se faire qu'avec l'aide de la réflexion et de l'intelligence.

L'agriculture est depuis longtemps arrivée à cette limite, et, comme en pratique elle ne s'est jamais occupée de la recherche des moyens de découvrir des faits inconnus, il est évident que, sans le secours de la chimie, de cette science qui a pour objet la découverte de ces moyens, elle ne pouvait plus progresser. Animée des meilleures dispositions, la chimie se rapprocha de la pratique ; elle

lui montra que les idées qu'elle se formait de l'air, du sol, de l'engrais, étaient vagues, ambiguës, mal définies ; elle lui apprit que ces mots avaient cependant une signification précise et qu'en leur donnant toujours le même sens, ils avaient une valeur constante, la seule qui se prête à des raisonnements. La chimie éleva ainsi les notions pratiques à la hauteur de notions scientifiques.

La nouvelle acception du mot *engrais* fut reçue avec enthousiasme par l'agriculture, qui s'empressa de l'utiliser. On savait déjà que l'engrais est le principal agent auquel on doit l'augmentation du rendement; on venait d'apprendre que ce mot était un mot collectif; que la chose est un composé et que l'efficacité de ce composé dépend de ses parties constituantes.

La pratique expérimenta alors avec ces parties distinctes, comme elle le faisait auparavant avec le tout complet; mais, comme chacune de ces parties ne pouvait remplacer le tout, les résultats furent loin de répondre à l'attente qu'on s'était faite. On n'avait pas avancé d'un pas; aussi l'enthousiasme baissa, s'éteignit, et une réaction violente eut lieu.

« C'est une sottise, disait alors Pusey, président de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, d'attribuer la moindre valeur aux théories hasardées de la chimie ; sauf le moyen qu'elle a donné d'augmenter l'efficacité des os en les dissolvant dans l'acide sulfurique, et le conseil d'employer des eaux de rouissage au lieu de purin, la chimie n'a été d'aucune utilité en agriculture. Tenons-nous-en donc à la pratique, qui seule mérite notre confiance. »

Les praticiens de l'Angleterre, de l'Allemagne, de la France étaient du même avis et tenaient à peu près le même langage. Qu'arriva-t-il alors? La vieille routine redressa sa tête creuse et vide d'idées, et comme déli-

vrée d'un cauchemar importun, elle fit des efforts inouïs pour combattre les conclusions de la science. Mais, au bout de dix années, on reconnut qu'au lieu d'avancer, elle n'avait fait que tourner dans un même cercle, comme un cheval de manége ; on avait eu beau atteler plusieurs chevaux, le cercle décrit était resté le même, car on n'avait pas agrandi l'arène ; seulement le terrain était un peu plus battu.

Un nouveau revirement se fit alors en agriculture. La science démontra que les faits qu'on lui opposait servaient, au contraire, à établir l'exactitude de ses théories ; elle fit comprendre aux cultivateurs que, s'ils n'avaient pas obtenu de résultats, ils ne devaient s'en prendre qu'à eux-mêmes, puisqu'ils n'avaient pas suivi la bonne voie et qu'ils avaient méconnu la nature de la science. Celle-ci ne recherche pas les moyens d'augmenter le rendement, elle ne poursuit pas des avantages matériels immédiats ; on l'avait confondue avec l'art expérimental qui se propose un pareil but, tandis que sa seule mission à elle est de découvrir les causes et de devenir le flambeau qui porte la lumière dans les ténèbres. Elle donne des forces et non de l'or ; la force enrichit ou appauvrit ; elle enrichit quand elle produit et appauvrit quand elle détruit ; elle se conserve en se retrempant, et s'évanouit quand on la gaspille.

Si l'agriculture veut réaliser des progrès durables, elle doit se résoudre à entrer dans la voie et à suivre la méthode que la science lui indique comme la seule bonne dans tous les cas douteux ou obscurs. Elle peut, du reste, le faire sans renoncer aux expériences et rejeter les faits acquis, lesquels ne manquent pas, mais demandent à être mieux compris. Il faut tout d'abord cesser de tirer des conclusions préconçues des faits que l'on observe ; il

faut s'occuper exclusivement de ce qui se passe dans la vie et le développement des végétaux, dont la production est le but de l'agriculture, et chercher ensuite les conditions les plus favorables à cette production. De ce que tel élément du fumier a produit, dans un cas donné, tel résultat avantageux, il ne faut pas conclure que l'effet sera le même dans des circonstances différentes et appliquer cette conclusion; il importe avant tout de se rendre compte de la manière dont cette fumure a, dans ce cas spécial, exercé son action fertilisante. Ces recherches sont très-faciles en agriculture, parce que l'influence d'un engrais, les conditions dans lesquelles il agit le mieux et les causes de son action sont des choses qui se laissent aisément observer, même, pour ainsi dire, toucher du doigt, si l'on s'y prend bien.

L'efficacité d'un engrais dépend toujours de certaines conditions physiques du sol et de la présence de plusieurs agents. Ce fait établi, assurez-vous par une expérience si toutes les conditions sont réunies. Faites un second essai sur un autre terrain et dans les mêmes conditions, et, si vous réussissez de même, vous pourrez dire que vous avez fait un grand pas, car, de ce cas spécial, vous pourrez conclure d'avance, dans tous les cas analogues, à l'action identique ou différente de l'engrais en question. Les résultats seront identiques toutes les fois que les conditions auront été les mêmes, et différents quand l'une ou l'autre de celles-ci aura fait défaut.

L'énoncé de l'action et de l'existence simultanées de toutes les conditions requises pour l'efficacité d'un engrais s'appelle *loi*, loi spéciale, puisqu'elle s'applique à un cas spécial, à une certaine plante, par exemple. Si cette loi est vraie pour l'effet du phosphate acide de chaux sur les

turneps, il ne s'ensuit pas qu'il en doive être de même en ce qui concerne les céréales. Pour chaque engrais, pour chaque plante, on peut établir des lois spéciales analogues; de celles-ci, on en déduit de plus générales, qui expriment les conditions de croissance et de développement des céréales, des plantes-racines, etc. L'ensemble de ces lois, coordonnées entre elles, constitue une *théorie.*

Tout le monde, même l'intelligence la plus bornée, peut remarquer qu'il n'y a rien d'hypothétique dans cette manière de procéder; elle ne diffère de l'expérimentation vulgaire qu'en ce qu'elle renferme des idées, et, comme ces idées elles-mêmes ont une direction toute déterminée, on a donné à cette méthode le nom spécial de *méthode inductive.*

Cette méthode, qui n'était ni connue ni pratiquée dans l'antiquité, a, depuis son apparition, changé la face du monde; c'est elle qui donne à notre époque son caractère distinctif. Les Grecs et les Romains en savaient autant que nous en fait de littérature et de beaux-arts; mais les sciences naturelles, filles de cette méthode, leur étaient complétement inconnues. C'est celle-ci qui nous a procuré ces millions d'esclaves laborieux, dont le travail ne coûte ni peines, ni sueurs, ni larmes; c'est elle qui a créé, en Allemagne, au moins 7 à 800,000 chevaux qui vont chercher dans les pays les plus éloignés les produits de l'industrie et du sol, et qui, pour satisfaire nos besoins, courent partout, sans se fatiguer, avec la rapidité du vent; chevaux qui ne consomment ni foin, ni avoine, et qui, s'ils étaient de chair et d'os, absorberaient autant de nourriture qu'il en faut pour faire vivre cinq à six millions d'hommes.

Comme on le voit facilement, les résultats auxquels cette méthode aboutit ne sont que l'expression des faits,

de l'expérience, et le praticien qui la suit n'a pas à craindre de passer pour un faiseur de théories ; il ne peut, sans y recourir, résoudre aucune des questions qui l'intéressent. Il faut, avant tout, rechercher le pourquoi des choses ; le but alors s'indique de lui-même.

Il serait injuste d'oublier que, depuis plus d'un demi-siècle, l'agriculture s'est constamment préoccupée de rendre compte des méthodes de culture employées et de relier ensemble tous les faits, pour arriver à les interpréter et à les faire découler les uns des autres.

L'agriculture ne pouvait rester indifférente aux progrès extraordinaires faits par les autres industries, qui utilisent les forces de la nature, et elle ne pouvait méconnaître les sciences naturelles qui sont la source de ces progrès.

Des princes sages et éclairés ont fondé des écoles et des académies, qui avaient pour but principal d'appliquer à l'agriculture les notions, les vérités enseignées par les sciences naturelles, de rechercher les meilleures méthodes de culture et de les répandre au loin.

Les cultivateurs, de leur côté, ont éprouvé le besoin de se rendre compte de leur manière d'opérer, et, comme condition première de tout progrès, ils ont voulu savoir si ce qu'ils faisaient était bien fait.

Si l'on ouvre un traité moderne d'agriculture pratique, on voit avec quel *zèle* ils ont rempli le programme qu'ils s'étaient fixé : *action du sol, des engrais, irrigation, drainage, effet même de chaque fumure sur chaque espèce de plante cultivée, tout est exposé, coordonné, expliqué. Il n'y a plus rien d'obscur, plus rien d'inexploré, et l'on voit un certain orgueil percer chez ces maîtres qui ont tant fait pour élever l'agriculture au rang d'une science!!*

Or, tout cela n'est que de la poudre jetée aux yeux et ne renferme pas même un principe, une vérité!

« Car, dit Hoskyns (dans sa *Chronicle of a clay farm*), s'il se rencontre par le monde une sorte de gens, ennemis naturels de tout progrès, on en trouve d'autres pires encore : ce sont ceux qui paraissent destinés à rendre tout progrès ridicule, gens sots et enthousiastes, qui suivent la vérité comme des ombres grimaçantes, et qui, en toute occasion, ont le talent particulier de donner une forme grotesque et risible à son profil simple et sévère. Chaque fois qu'une découverte vient à se produire, ils sont comme les crieurs de nouvelles qui ont soin d'exagérer tout ce qu'ils annoncent. Portant la livrée de la science comme des singes portent des habits de soldat, ils en comprennent peut-être le langage qu'ils tiennent de seconde main, comme le rémouleur comprend le mécanisme d'un outil qu'il gâte en voulant l'aiguiser. L'agriculture en a assez de ces bouffons, caricatures vivantes qui, s'attachant à tout progrès, à toute idée heureuse, à toute découverte nouvelle, forçaient la science à se cacher et à rougir en entendant prononcer son nom. Ce mal est arrivé au comble à notre époque ; il n'a commencé à se développer que dans la première moitié de ce siècle. »

L'agriculteur ignorait combien de peines et de précautions exige l'explication du fait le plus simple ou la recherche d'une cause qui paraît sauter aux yeux; il ne savait pas qu'en chimie, par exemple, l'explication d'un cas spécial fait parfois couler la sueur du front de maint travailleur capable et persévérant. Il croyait que pour parvenir il suffisait de vouloir, et, comme la caricature de la science lui promettait tout, sans qu'il dût lui en coûter le moindre effort, il la prit pour guide. Il se

montra fort satisfait de ses procédés en apparence scientifiques ; ils lui suffisaient d'ailleurs et ne l'obligeaient pas à se torturer l'esprit. Il n'y avait que les noms de changés et des noms s'apprennent très-vite. Chacun se crut donc capable de faire des découvertes en chimie agricole, bien que l'on sût tout juste en chimie ce qu'en savait cet étudiant qui se bornait à placer un liquide au soleil pour le distiller, ou cet autre qui, dans un laboratoire, demandait une râpe pour pulvériser un minéral.

On expliquait tout de la manière la plus simple du monde. Voyait-on entre ces deux choses, l'eau et la végétation, un rapport certain? Voulait-on savoir, par exemple, pourquoi la production d'une prairie augmente tant après une irrigation? Rien de plus facile ; on fabriquait une explication à sa guise, le tout de pure imagination.

On ne connaissait pas l'influence de l'eau sur la croissance de l'herbe; cependant on constatait le fait, il devait donc avoir une raison d'être. Là-dessus, notre homme se mettait à exhiber au cultivateur bénévole et désireux de s'instruire, son hochepot chimique, assaisonné de force analyses, et, lorsqu'il avait suffisamment faussé son bon sens naturel par des chiffres et des mots vides de sens, il lui débitait une explication apprise par cœur et bien arrangée, comme un escamoteur tire une muscade de sa gibecière. Il s'agissait parfois d'une chose plus difficile que d'établir une relation entre deux faits aussi simples que l'irrigation d'une prairie et sa végétation, mais notre homme n'était jamais embarrassé. Cherchait-il un rapport entre l'épuisement du sol par la culture des céréales et la maturation des blés, il rapprochait tant bien que mal ces deux faits et, s'il est permis de s'exprimer ainsi, il les

collait l'un à l'autre avec une espèce de colle que je ne saurais appeler autrement que *colle à l'expérience.* Il y avait notamment deux sortes de colle en vogue : la *colle aux os* et la *colle à l'azote* où *à l'ammoniaque.* Il existait en Angleterre une grande fabrique de cette dernière, ayant pour devise : « Pratique avec science. » C'était là que les Allemands allaient s'approvisionner de colle pour leurs explications.

Tout le monde sait que d'un point à un autre on ne peut mener qu'une seule ligne droite, mais on peut mener une infinité de courbes. De même, quand il s'agit d'expliquer les relations existant entre deux faits sensibles, on peut se livrer à des milliers d'hypothèses, mais il n'y a qu'une seule théorie vraie. On comprend donc que l'agriculture ne pouvait pas arriver à une explication exacte, dans la voie où elle s'était engagée. L'usage de ces explications de fantaisie n'était si populaire que parce qu'il n'exigeait pas de connaissances spéciales. Chaque cultivateur avait à cet effet tout ce qui lui était nécessaire; il connaissait les faits et savait en faire sa COLLE ; mais, comme les ingrédients qui entraient dans ces préparations (l'expérience individuelle) variaient pour tous en qualité et en quantité, il arriva que chacun se forma une théorie à part pour ses procédés et ses observations.

En somme, on se souciait peu de ces théories; le praticien s'en tenait à ce que lui avait appris l'expérience; lorsque son voisin faisait un essai, il cherchait à l'imiter; il ne faisait et ne pouvait faire d'autres progrès.

L'enseignement pratique n'était qu'un ramassis de recettes applicables à un cas donné; c'était une *olla-podrida* de faits dont la théorie formait la sauce.

Le cultivateur novice se transformait en homme pratique, et se faisait une réputation comme le fameux *docteur vert* d'Offenbach-sur-le-Mein, dont quelques habitants de cette ville se souviennent peut-être encore. C'était un médecin juif en renom, que l'on appelait dans tous les cas graves à Francfort, à Hanau et dans les environs, et qui réussissait souvent. La nature l'avait doué d'un coup d'œil pénétrant et d'un grand esprit d'observation; il avait acquis ses connaissances en médecine dans un hôpital où il était infirmier. Il avait l'habitude d'accompagner le médecin de service dans la tournée que celui-ci faisait dans les chambres des malades ; il examinait après lui la langue et l'urine, tâtait le pouls, faisait exécuter les ordres donnés concernant la diète, savait ce que le malade devait manger et combien ; enfin, il copiait exactement toutes les ordonnances. Lorsqu'une de ces ordonnances avait réussi, il la marquait d'une croix rouge; si, au contraire, le malade venait à mourir, il y faisait une croix noire. Petit à petit, les recettes formèrent un livre et, lorsqu'il n'eut plus rien de nouveau à inscrire, il se mit à pratiquer, d'abord chez les pauvres, ensuite chez les riches. Il était fort sur le diagnostic, et avait toujours une recette prête pour tous les cas. Il commençait par les ordonnances marquées d'une croix rouge, et, si elles ne faisaient pas d'effet, il se servait de celles à croix noire : c'est ainsi qu'il avait acquis son expérience personnelle. Il était très-orthodoxe et scrupuleux observateur du sabbat ; il se rendait à la pharmacie et dictait lui-même son ordonnance à l'aide-pharmacien. Il commençait ainsi : *Rrrr* (ce qui voulait dire, *recipe*) (1); *Tartemet :* deux grains (*tartari emetici grana*

(1) Prenez.

duo) (1); *Syralth* (*syrupus althææ*) (2). Il ne savait pas lire ses propres prescriptions; il jouissait cependant d'une si grande renommée comme praticien, que les autres médecins d'Offenbach, qui avaient fait leurs études, ne purent l'empêcher d'exercer la médecine, quoiqu'il n'eût pas étudié.

Les jeunes agriculteurs commencent aussi leur carrière comme des gardes-malades dans un hôpital agricole; ils copient les ordonnances et, lorsqu'ils sortent de l'école pour entrer dans la vie pratique, leur bienveillant directeur leur donne en trois mots le résumé de deux années de cours de sciences auxiliaires : « Messieurs, leur dit-il, ne l'oubliez jamais; le fumier, le guano et les os en poudre sont et demeureront toujours l'âme de l'agriculture (3). » Ils le savaient bien, car on les avait persuadés que la physique et la chimie n'ont aucune utilité pour eux, que le boire et le manger soutiennent le corps et l'esprit, que le pain, la bière et le rôti sont ce qu'il y a d'essentiel pour un apprenti agronome.

On ne s'étonnera donc pas, après d'aussi beaux raisonnements, que la vraie science agricole soit restée seize ans et plus, sans pouvoir trouver accès chez les cultivateurs. Les inductions les plus justes étaient rejetées comme des hypothèses, et tout le temps que trôna l'erreur, la vérité fut traitée de mensonge. Quelle présomption de la part de la science de nous prendre, nous, hommes de pratique et d'expérience, pour des aveugles, et de vouloir à toute force nous faire l'opération de la cataracte! Comment des hommes qui ne savent

(1) Deux grains de tartre émétique.
(2) Sirop d'althæa.
(3) Walz.

pas seulement s'il convient de planter les pommes de terre en mars ou en avril, ont-ils l'audace de nous enseigner dans quelles conditions doit se trouver un champ de pommes de terre ou de nous apprendre en quoi consiste une jachère! Ces explications scientifiques n'ont pas l'expérience pour elles; nous pouvons d'ailleurs les faire nous-mêmes et beaucoup mieux. Quiconque ose discréditer le fumier d'étable, mérite de monter sur le bûcher!

Les cultivateurs n'avaient pas encore appris à distinguer entre les opinions et les faits; ils confondaient les uns avec les autres. Venait-on à révoquer en doute une seule de leurs explications, ils criaient qu'on niait les faits eux-mêmes; ainsi, lorsqu'on leur dit que ce serait réaliser un grand progrès que de remplacer le fumier par les principes fertilisants qu'il renferme, ils crurent que l'on niait l'action du fumier.

C'est de semblables malentendus que provinrent toutes les querelles. Les hommes de pratique, qui ne comprenaient pas encore les conclusions scientifiques, s'en prenaient, non pas à la science, mais à l'espèce d'épouvantail qu'ils se faisaient, en interprétant faussement les leçons de celle-ci; ils ne savaient pas que la science a aussi une morale à elle, ayant pour base la science et l'éducation; la science par l'étude et l'éducation par la pratique.

Les sciences naturelles, dont l'étude éclaire tant l'esprit, leur étaient complétement étrangères; c'est la raison pour laquelle l'intelligence des faits leur était si difficile. S'ils avaient été un peu plus familiarisés avec elles, ils auraient pu apprendre d'eux-mêmes ce qu'ils ont aujourd'hui tant de peine à comprendre de la part des autres.

En physique et en chimie, les contestations de ce genre

n'existent plus, bien que ces deux sciences en fussent naguère encore au point où en est l'agriculture et qu'elle n'a pu dépasser jusqu'ici.

L'agriculteur qui feuillette les recueils périodiques traitant de physique ou de chimie, doit être bien surpris en voyant combien de questions ont été résolues, et en songeant aux efforts inouïs qui ont été faits, avec tant de désintéressement, pour aboutir à ce résultat. Chaque jour on constate de nouveaux progrès dans ces sciences, et toujours sans contestation : mais aussi on sait ce que vaut un fait, une conclusion, une règle, une loi, un procédé, une explication, et l'écrivain a une pierre de touche à laquelle il soumet son travail avant de le livrer à la publicité. Les uns cherchent à découvrir des faits nouveaux, que d'autres vérifient aussitôt, pour leur assigner leur place, s'ils sont exacts. L'un a l'art de trouver les caractères de similitude qui existent entre deux faits, l'autre voit d'un rapide coup d'œil leurs différences, et facilite ainsi au premier l'explication qu'il doit donner. Mais établir un fait à la façon des avocats, c'est-à-dire, sans preuves positives, ou vouloir faire admettre un principe non démontré, c'est venir se briser contre la morale de la science : la bonne volonté de comprendre existe toujours.

Les protecteurs les plus éclairés de l'agriculture se sont jusqu'ici écartés de la voie qui devait infailliblement les conduire au but qu'ils se proposent.

De grandes sociétés et même des particuliers ont posé une foule de questions, dont la solution devait, à les en croire, favoriser singulièrement le progrès agricole. La plupart des cultivateurs se sont fait illusion sur ces questions et se sont imaginé qu'en y répondant on arriverait à quelque résultat utile et imprévu ; chacun, sans

trop savoir de quoi il s'agissait, voulait pousser à la roue du progrès. Ces questions étaient posées par des gens qui ne comprenaient rien à la situation; elles étaient traitées par des individus de la même force; mais il ne vint à la pensée d'aucun savant de les résoudre, parce qu'on savait d'avance qu'elles ne pouvaient conduire à rien.

Pour se convaincre de ce que j'avance ici, il suffit de remarquer que toutes ces questions aboutissaient à un *oui* ou un *non* prononcé tout bas, ou aux mots élastiques *plus* ou *moins,* lorsqu'il s'agissait de chiffres. On voit par là qu'elles n'étaient guère pratiques. Elles ressemblaient assez à cette question de concours proposée par une académie bien connue : « *Décomposer l'azote,* » chose qui nous paraît encore aujourd'hui plus difficile que de dissoudre du charbon de bois, puis de le faire cristalliser pour le convertir en diamant. Et ceux qui cherchaient à répondre (je parle toujours chimie agricole), étaient de ces gens qui n'auraient pas su trouver une bonne recette contre les altises, ni même fabriquer de la graisse pour les roues de chariots. Il y a une quinzaine d'années que Hlubeck proposait une série de questions dont il faisait dépendre le salut de l'agriculture; cependant, il ne s'est pas plus que les autres occupé de les résoudre, et l'état actuel de l'agriculture prouve qu'aucune de ces questions n'était en rapport avec les intérêts de celle-ci et ne pouvait influer sur elle.

Ce sont là néanmoins des indices de progrès; c'est la preuve que l'art agricole est sorti de la voie empirique, et qu'il entre dans la première phase de son développement scientifique, c'est-à-dire dans son enfance où se témoigne le désir de s'instruire par une foule de questions, que l'on doit après tout être satisfait de voir se produire.

La chimie et la physique ont dû elles-mêmes passer par là. Les académies et les sociétés savantes ont mis au concours, à certaines époques, une foule de questions plus ou moins insipides et de thèses impossibles, sans avoir exercé la moindre influence sur les progrès de la science. Ceux qui ne connaissent pas les rapports réels existant entre les exigences des sciences et ces concours, pourraient être portés à croire que l'on doit à ces derniers plusieurs travaux remarquables et consciencieux. C'est là une erreur, car ceux qui établissent ces concours savent que les réponses sont toutes prêtes d'avance, ou bien les questions tombent entre les mains de gens qui s'en sont occupés depuis longtemps.

Les questions posées par les académies donnaient droit à des récompenses ou prix, souvent considérables ; et puisque nos doctes agronomes ne considèrent la solution de leurs questions agricoles que comme une chose honorifique, ils peuvent être d'autant plus sûrs que personne ne s'en occupera. .

Dans les grandes réunions agricoles, le cultivateur praticien se plaît à communiquer ses observations et à exposer ses idées. Tout se borne à des félicitations mutuelles ; après quoi, il rentre chez lui, fier d'avoir prouvé à tous qu'il est homme de progrès. Quant aux principes, il n'en est soufflé mot ; on veut des engrais puissants, des essais concluants ; les principes, dit-on, n'engraissent pas un champ maigre.

Il y a quelques années, dans une réunion de ce genre, un écrivain exprima timidement quelques doutes sur la durée de l'action des engrais azotés. On se hâta de passer à l'ordre du jour, attendu que depuis longtemps l'expérience avait prononcé sur leur efficacité.

Un grand défaut des hommes pratiques, c'est la sus-

ceptibilité qu'ils montrent quand on vient à les contredire ; le défaut absolu de principes explique la passion avec laquelle ils soutiennent leur opinion ; il les rend aveugle sur leurs intérêts et sourds à qui veut les instruire. Celui qui ne flatte pas leurs préjugés, qui dit franchement qu'il leur reste encore beaucoup à apprendre, que l'aveu de notre ignorance et la conscience de nos erreurs peuvent seuls nous améliorer, celui-là leur paraît malveillant. Ainsi moi, qui crois bien être leur ami le plus sincère, le plus dévoué, je dois subir avec résignation le dédain de ces hommes d'expérience si fiers, lorsque je leur démontre, les preuves en main, que le système de culture suivi par eux, depuis un demi-siècle, est un système de gaspillage (*Raubsystem*), qui finira inévitablement par ruiner leurs champs et par appauvrir leurs enfants et leur postérité.

DEUXIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Conditions générales de la vie des plantes. — Principes contenus dans leurs cendres. — Substances nutritives des plantes. — Action du sol pendant la végétation. — Rapidité et durée de l'action des substances nutritives. — Idée fausse sur l'action de l'eau. — Conditions que doit réunir toute terre cultivable, sous le rapport de la potasse, de l'ammoniaque et de l'acide phosphorique.

Avant d'entreprendre de prouver que notre système actuel de culture est un système de gaspillage, je dois faire observer ceci : je ne crois pas que ce soit en dépit des lois de la logique et du bon sens que tout cultivateur s'efforce de tirer le meilleur parti possible de ses champs; je pense, au contraire, que nos praticiens cherchent à atteindre leur but d'une manière logique et judicieuse; ils connaissent, en général, les moyens de rendre fertiles les champs qui ne le sont pas, de faire porter d'excellentes récoltes à celles de leurs terres qui sont dans de bonnes conditions de culture, et de procéder avec habileté et réflexion, dans l'emploi de ces moyens qui sont connus et éprouvés depuis un temps immémorial.

Toute terre qui a porté une abondante récolte de fro-

ment peut encore en fournir une seconde, si elle est travaillée et fumée convenablement; ces deux conditions sont nécessaires pour assurer le succès d'une récolte subséquente. Tout paysan qui ne sait ni lire ni écrire sait cela.

Le système actuel de culture a pour but de nous procurer des récoltes plus abondantes, et de produire sur une surface déterminée plus de grain et de viande qu'on n'en pouvait obtenir précédemment. Je ne veux pas combattre de prime abord ce système et en faire la critique, mais j'entends m'occuper de la question de savoir s'il est conforme à la raison. Lorsque des produits abondants sont le résultat d'un mode de culture qui doit successivement enlever au sol ses conditions de fertilité, l'appauvrir et l'épuiser, je dis que ce mode, bien qu'il puisse enrichir celui qui obtient d'abondantes récoltes, n'est pas conforme à la raison.

Je sais que les cultivateurs, en grande partie, ont l'intime conviction que leur système de culture garantit à leurs terres une fertilité inaltérable; mais, si je parviens à faire naître chez eux quelques doutes sur ce point, je croirai avoir obtenu un résultat fort important, car, à la simple découverte d'une erreur, ces cultivateurs la rejetteront pour toujours.

Je tiens certes pour impossible de rendre aux campagnes toutes les conditions de fertilité que la manière dont on les a cultivées leur a déjà fait perdre, mais une économie bien entendue peut créer tant de choses avec les moyens existants, que l'on peut considérer tout ce qui a été fait jusqu'ici comme de bien peu d'importance.

Pour arriver à une appréciation exacte du système dominant en culture, il est nécessaire de se rappeler quelles sont les conditions essentielles de la vie des plantes.

Les plantes contiennent des parties combustibles et des parties incombustibles. Celles-ci forment les éléments constitutifs des cendres que les plantes laissent après leur combustion, éléments dont les plus essentiels, dans les espèces cultivées, sont l'acide phosphorique, la potasse, l'acide silicique, l'acide sulfurique, la chaux, la magnésie, le fer et le sel marin.

On admet aujourd'hui comme un fait incontestable que les éléments constitutifs des cendres des plantes sont absolument nécessaires à la nutrition de celles-ci, à la formation et au développement de tous leurs organes. L'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique forment les parties combustibles : ces corps sont donc également nécessaires à la nourriture des plantes.

Les éléments que nous avons cités concourent à l'organisation des plantes pendant leur végétation, quand l'atmosphère et le sol peuvent réunir à la fois, dans des quantités et des rapports convenables, les conditions dont nous avons parlé. Ainsi les principes nutritifs contenus dans l'atmosphère n'entretiennent pas la végétation sans le concours des principes nutritifs que renferme le sol, et réciproquement l'action de ceux-ci est nulle quand il y a manque des premiers : tous deux doivent exister simultanément pour que la plante puisse croître et se développer.

D'après cela, il est tout naturel qu'aucun des principes nutritifs dont nous avons parlé ne possède plus de valeur qu'un autre; tous ont la même importance *pour la plante*. L'agriculteur, pour réussir, doit veiller à ce que le sol qu'il cultive contienne de ces principes en quantité suffisante; tous n'ont donc pas *pour lui* la même valeur, car, dans le cas où l'un d'eux lui fait défaut, il ne peut compter sur une récolte convenable qu'en don-

nant au sol le principe fertilisant qui lui manque ; celui-ci acquiert alors *pour lui* une valeur plus considérable, comparativement à ceux que le champ contient en plus grande quantité, comme, par exemple, la chaux dans les terrains calcaires.

Tous les principes nutritifs des plantes appartiennent au règne minéral ; ceux de forme gazeuse sont absorbés par les feuilles, et les principes fixes par les racines ; les premiers entrent souvent dans la composition du sol et se comportent avec les dernières fibres des racines comme avec les feuilles : c'est-à-dire qu'ils peuvent aussi pénétrer dans les plantes par les racines. Les principes gazeux sont de leur nature mobiles, tandis que les principes fixes sont immobiles et ne peuvent pas d'eux-mêmes quitter la place qu'ils occupent.

Un agent nutritif ne fait pas d'effet lorsqu'un seul des autres principes nourriciers manque, car ceux-ci constituent les conditions de son efficacité.

Les plantes fourragères et les céréales ont besoin pour leur développement des mêmes éléments nutritifs, mais dans des proportions différentes. La réussite d'une plante fourragère dans un champ montre que l'air et la terre lui ont fourni, dans les proportions voulues, leurs principes fertilisants. Si, sur le même champ, le froment n'a pas mûri, c'est que quelque chose qui lui est nécessaire a manqué dans le sol. Dans tous les cas de non-maturation d'une plante cultivée, on doit en chercher la cause dans le terrain même et non dans l'insuffisance des éléments nutritifs de l'atmosphère, car les céréales puisent ces éléments à la même source que les plantes fourragères.

Maintenant, comment le sol opère-t-il et de quelle manière ses parties constituantes prennent-elles part à la végétation ?

Nous allons soumettre ces deux questions à un examen approfondi.

La nutrition des plantes se fait par assimilation de la matière nutritive ; on dit qu'une plante croît quand elle augmente en masse, ce qui a lieu lorsqu'elle transforme en sa propre substance les matières qu'elle puise au dehors. Ainsi l'acide carbonique produit le sucre, l'acide silicique se trouve dans la tige, la potasse dans la séve, l'acide phosphorique, la potasse, la chaux et la magnésie font partie de la graine.

Dans l'action de toute substance nutritive, il faut distinguer la rapidité et la durée de cette action.

En général, l'action dépend de la somme des substances actives présentes ; elle est proportionnelle à la quantité que la plante en prend et peut en prendre pendant une période de végétation ; un manque de ces substances diminue les récoltes, mais un excès ne les favorise pas au delà d'une certaine limite. Cet excédant qui reste alors, fait son effet dans la période de végétation suivante ; la durée pendant laquelle on pourra continuer ces récoltes dépendra donc de ce qui restera dans le sol après chaque période de végétation ; si la provision est dix fois plus grande que celle dont la récolte avait besoin, elle pourra suffire à dix autres récoltes pendant dix années consécutives.

Un corps quelconque, par exemple, un morceau de sucre, se dissout d'autant plus vite dans un liquide qu'il peut être plus complétement pulvérisé ; la pulvérisation augmente sa surface extérieure et par suite le nombre de particules qui, dans un temps donné, se mettent en contact avec le liquide qui les dissout. Dans toutes les actions chimiques de cette nature, l'effet a lieu par les surfaces en contact ; une substance nutritive qui se trouve dans le sol

n'agit que suivant sa surface extérieure; tout ce qui est en dessous, c'est-à-dire à l'intérieur de cette surface, demeure sans action, parce qu'il ne peut se dissoudre; aussi cette substance nutritive est-elle d'autant plus active, que la plante peut en absorber davantage dans un temps donné. 25 kilog. d'os peuvent, suivant leur degré de pulvérisation, faire autant d'effet en un an que 50, 100 ou 200 kilog. d'os grossièrement pulvérisés; ceux-ci cependant ne restent pas sans action efficace, mais pour agir, c'est-à-dire pour se dissoudre, il leur faut beaucoup plus de temps; leur effet est moindre, mais il dure plus longtemps.

Pour bien comprendre l'action du sol et de toutes ses parties constituantes sur la végétation, on doit toujours se rappeler que les matières nutritives qu'il contient sont en tout temps susceptibles d'agir, bien qu'elles n'agissent pas toujours; elles sont sans cesse prêtes à prendre part à la circulation générale.

Si le cultivateur veut que ses récoltes prospèrent et que ses champs se couvrent de moissons abondantes, il faut que le sol qu'il cultive contienne huit substances différentes. Plusieurs, non pas toutes, sont en tout temps abondantes et toujours à sa disposition; trois d'entre elles doivent être rendues à la plupart des sols. Ces huit substances sont comme les huit anneaux d'une chaîne tournant autour d'une roue : si l'un de ces anneaux est faible, la chaîne ne tarde pas à se rompre; l'anneau qui manque est nécessairement le principal, car sans lui la roue ne peut faire mouvoir la machine. La force de la chaîne est donc déterminée par la force de son anneau le plus faible.

Voici ce que nous enseigne la physiologie végétale sur la nutrition des plantes :

Les végétaux reçoivent leur nourriture en solution : la rapidité d'action de cette nourriture est en rapport intime avec sa solubilité. C'est au moyen de l'eau de pluie chargée d'acide carbonique que les principes actifs sont amenés en présence des racines. Les végétaux sont comme une éponge dont une moitié serait dans l'air et l'autre moitié dans le sol humide; l'éponge reprend continuellement dans le sol ce qu'elle a perdu dans l'air par évaporation. L'eau absorbée par les racines s'en va par les feuilles dans l'atmosphère, les racines reprennent dans le sol l'eau perdue par l'évaporation, ce qui s'y trouve dissous pénètre avec elle dans les racines, et les plantes, par l'acte de la nutrition, s'approprient ces matières dissoutes. Le rôle de la terre et des végétaux est donc entièrement passif.

Une substance nutritive qui se trouve dans le sol, bien qu'éloignée des radicules, peut encore alimenter les plantes, lorsqu'entre cette substance et les radicules se trouve un peu d'eau pour dissoudre la nourriture. A la suite de l'évaporation qui a lieu par les feuilles, les racines pompent toutes ces molécules d'eau, qui, de la sorte, se mettent en mouvement vers les spongioles, entraînant avec elles les principes » qui s'y trouvent dissous. L'eau est donc le véhicule qui rapproche des végétaux les substances nutritives et les met en contact immédiat avec eux.

Si 2,000 kilogr. de grain et 5,000 kilogr. de paille ont besoin pour leur développement de 50 kilogr. de potasse et de 25 kilogr. d'acide phosphorique, et qu'un champ d'un hectare contienne à l'état soluble ces 50 kilogr. de potasse et ces 25 kilogr. d'acide phosphorique, cette quantité de matière nutritive suffira à cette récolte; mais, si le champ en contient le double

ou le centuple, nous pouvons obtenir deux ou cent récoltes.

Voilà du moins ce qu'on nous enseigne.

Or, tout cela renferme une grave erreur.

Connaissant l'action que l'eau et l'acide carbonique exercent sur les roches, nous avons conclu qu'il en était de même pour les sols arables, mais cette conclusion est fausse.

Il n'y a pas en chimie de phénomène plus merveilleux ni plus propre à confondre toute la science de l'homme, que celui que nous offre le sol arable des champs et des jardins.

Chacun peut se convaincre par les expériences les plus simples que l'eau de pluie, en s'infiltrant dans la terre des campagnes ou des jardins, ne dissout que des traces de potasse, d'acide silicique, d'ammoniaque ou d'acide phosphorique; que le sol ne lui cède que des quantités insignifiantes des principes nutritifs qu'il renferme, que l'eau enfin ne lui dérobe à peu près rien. La pluie, même la plus longue, ne peut ôter aux campagnes les conditions de fertilité, excepté par une action purement mécanique.

Non-seulement le sol arable retient les principes nutritifs qu'il possède, mais la puissance qu'il a de conserver aux plantes ce dont celles-ci ont besoin, va bien plus loin encore. Lorsque l'eau provenant de la pluie ou d'une source quelconque, et tenant en dissolution de l'ammoniaque, de la potasse, de l'acide phosphorique et de l'acide silicique, est en contact avec le sol, les corps que nous venons de citer se séparent instantanément de cette solution : c'est que la terre les enlève à l'eau. Or, ce sont seulement les substances nécessaires à la nourriture des plantes que le sol enlève à

l'eau, les autres demeurent en totalité ou en grande partie dissoutes.

Remplissez de terre arable un entonnoir et versez-y une dissolution de silicate potassique, l'eau filtrée ne contiendra plus aucune trace de potasse et, dans certaines circonstances seulement, on pourra y retrouver de l'acide silicique.

Dissolvez du phosphate calcaire ou magnésique, récemment précipité, dans de l'eau saturée d'acide carbonique, et faites filtrer de même cette dissolution à travers un peu de terre arable, l'eau qui en découlera ne renfermera aucune trace d'acide phosphorique. Une dissolution de phosphate calcaire dans l'acide sulfurique étendu, ou de phosphate ammonico-magnésique dans l'eau chargée d'acide carbonique, se comporte de la même manière. L'acide phosphorique des phosphates calcaires, l'acide phosphorique et l'ammoniaque du sel magnésique restent également dans la terre.

Le charbon se comporte d'une manière analogue envers bon nombre de sels solubles; il s'empare de la matière colorante et des sels contenus dans les liquides, et c'est ce qui porte à attribuer à la même cause une propriété qui semble commune au charbon et à la terre pulvérisée. Le charbon cependant agit par une sorte d'attraction chimique, par une action de surface, tandis que, dans le sol, les éléments constitutifs prennent part à la réaction, qui, par suite, est tout à fait différente dans un grand nombre de cas.

La potasse et la soude ont, comme on le sait, beaucoup de ressemblance dans leurs propriétés chimiques, et leurs sels ont plusieurs caractères communs. Ainsi le chlorure de potassium a la même forme cristalline que le sel marin, et ils diffèrent bien peu sous le double

rapport de la saveur et de la solubilité. Un chimiste novice peut à peine les distinguer l'un de l'autre, mais le sol arable en fait parfaitement la distinction.

Lorsqu'on met en contact de la terre arable avec une solution étendue de chlorure de potassium, il survient bientôt un moment où il n'y a plus de potassium dans la solution. Une masse égale de terre n'absorbe guère que la moitié du sodium contenu dans une solution de sel marin, renfermant la même quantité de chlore. C'est qu'avec le potassium il y a un échange complet et que cet échange est seulement partiel avec le sodium. La potasse ferme une partie constituante de nos plantes cultivées, la soude ne se trouve que par exception dans leurs cendres. Le sulfate et l'azotate sodiques ne cèdent au sol qu'une partie de leur soude; le sulfate et l'azotate potassiques lui abandonnent toute leur potasse. Des recherches spéciales, faites à ce sujet, ont montré qu'un litre ou 1000 centimètres cubes de terre de jardin (riche en chaux) absorbe la potasse contenue dans 2025 centimètres cubes de silicate potassique qui, sur 1000 centimètres cubes, renferme 2,78 grammes d'acide silicique et 1,166 grammes de potasse; on peut conclure de là qu'un hectare de terre de même composition, sur $0^m,25$ de profondeur, enlèverait à une solution identique 5000 kilogrammes de potasse et les retiendrait fixes pour la végétation des plantes. Le même essai, fait avec une dissolution de phosphate ammonico-magnésique dans de l'eau chargée d'acide carbonique, fit voir qu'un hectare de terrain absorbait 2500 kilogrammes de ce sel dans une dissolution analogue. Une terre argileuse (pauvre en chaux) se comporta de la même manière.

Ce que nous venons de voir nous donne une idée de

l'action puissante du sol, de sa force d'absorption envers trois des principes nutritifs les plus nécessaires aux plantes cultivées, principes qui, en raison de leur grande solubilité dans l'eau pure ou chargée d'acide carbonique, ne pourraient rester fixes dans le sol, si celui-ci ne possédait ces propriétés (1).

Le sol absorbe entièrement l'ammoniaque, la potasse et l'acide phosphorique que contiennent les urines, le purin étendu d'eau, les dissolutions de guano dans l'eau ordinaire, et si la quantité de terre est suffisante, l'eau qui en découle ne contient plus de traces de ces substances (2).

(1) Ces expériences sont si simples et si faciles qu'on peut les faire dans un cours. Il faut remarquer que, pendant la filtration, il se forme aisément des canaux d'écoulement qui empêchent le contact parfait du liquide avec la terre; il est donc avantageux de prendre des solutions très-étendues pour le silicate et le chlorure de potassium, par exemple, une partie de sel pour 500 d'eau. On peut employer en solution saturée d'autres sels, tels que le phosphate de chaux dissous dans l'eau chargée d'acide carbonique; le plus souvent, pour ce dernier, l'acide molybdique ne décèle plus de phosphates dans les premières portions filtrées, et, en traitant une terre par une solution de silicate de potasse, franchement alcaline au papier de curcuma, on voit cette réaction disparaître immédiatement. En ce qui concerne le fait lui-même, il avait été constaté pour l'ammoniaque par Thomson; Way l'avait observé dès 1850 pour l'acide phosphorique et pour les sels de potasse. Mais ni la physiologie végétale, ni l'agriculture scientifique n'ont pris note de ces découvertes remarquables des deux chimistes anglais, quoiqu'elles soient de la plus haute importance, tant pour la science que pour la pratique.

(2) Je ne puis passer ici sous silence une expérience remarquable qui m'a été communiquée, il y a quelques années, par M. le docteur Marquart, de Bonn; il s'agit de l'absorption de l'ammoniaque par l'argile.

Un fabricant des bords du Rhin eut un jour l'idée de se servir de l'ammoniaque, pour extraire l'oxyde de cuivre d'un schiste qui en contenait à l'état de malachite et de lazulite; une expérience faite en petit lui avait donné de bons résultats. Il fit construire à grands frais un immense appareil à déplacement, composé de deux chaudières réunies par un large tuyau; l'ammoniaque se trouvait dans l'une, l'autre servait de récipient et le tube était rempli de schiste cuprifère. D'après cette

La propriété que possède le sol d'absorber l'ammoniaque, la potasse, l'acide phosphorique et l'acide silicique en état de solution, est limitée; chaque espèce de terre possède une capacité déterminée; si l'on met ces solutions en contact avec elle, la terre se sature du principe dissous, et l'excès de ce principe reste dans la solution où l'on peut facilement le découvrir au moyen des réactifs ordinaires. Les terrains sablonneux, sous le même volume, absorbent moins que les marnes et celles-ci moins que les terres argileuses. Les différences entre les quantités absorbées sont aussi grandes que celles qui existent entre les terres mêmes. On sait qu'aucune n'est semblable à l'autre, il est donc admissible que la grande culture nous montre parfois certains faits qui ont pour cause la diversité du pouvoir absorbant de différentes terres pour le même élément, et il n'est pas impossible que, par une appréciation exacte de ce pouvoir absorbant, nous obtenions des données tout à fait nou-

disposition, l'ammoniaque et la vapeur d'eau devaient traverser le tube, s'y condenser, dissoudre l'oxyde de cuivre et s'écouler ensuite dans l'autre chaudière. On devait alors remplir le tube de nouveau schiste, chasser l'ammoniaque par l'ébullition de la solution saturée, pour le faire servir à l'extraction d'une nouvelle quantité d'oxyde de cuivre, et, comme l'appareil était hermétiquement fermé, on espérait pouvoir employer indéfiniment et sans perte le même ammoniaque, pour traiter une grande quantité de minerai. Chacune des deux chaudières servait alternativement de condensateur. La première opération réussit, en ce sens qu'on obtint effectivement, dans l'une des chaudières, une solution d'oxyde de cuivre; mais, dans le traitement d'une nouvelle portion de schiste, l'ammoniaque disparut d'une manière tout à fait incompréhensible pour le fabricant, et l'on dut abandonner la méthode. Cette disparition provenait, sans aucun doute, de l'absorption de l'ammoniaque par l'argile du schiste, et ce fait peut être invoqué comme une preuve de l'attraction puissante que ces deux corps exercent l'un sur l'autre, attraction qui ne paraît pas même empêchée par l'action d'une température élevée.

velles et inattendues pour apprécier la qualité ou la valeur agricole des terres que nous cultivons.

L'action qu'une terre riche en matières organiques exerce sur les solutions, n'est pas moins remarquable. Un sol argileux ou calcaire, pauvre en matières organiques, absorbe entièrement la potasse et l'acide silicique contenus dans une solution de silicate potassique, tandis qu'un sol, riche en matières organiques ou en humus, n'absorbe que la potasse et laisse l'acide silicique en dissolution dans le liquide. Ce mode d'action nous rappelle involontairement l'influence que le détritus organique bien consumé dans le sol exerce sur la végétation des plantes qui ont besoin de grandes quantités d'acide silicique, comme les roseaux, les joncs et les prêles, qui dominent en tout temps dans les prairies maigres et marécageuses. Si l'on vient à chauler des terres de cette nature, ces sortes de plantes disparaissent et font place à du foin d'excellente qualité.

Des recherches analogues montrent aussi que les terres de jardin ou de bois, riches en humus, et qui n'absorbent pas d'acide silicique dans une solution de silicate potassique, acquièrent la même propriété, si, avant d'y introduire le silicate, on y mêle un peu de chaux éteinte : les deux éléments, c'est-à-dire, l'acide silicique et la potasse, demeurent alors dans le sol.

TROISIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Selon toute apparence, les plantes tirent directement leur nourriture du sol. — Analyse des eaux de rivière, de source et de drainage. — Réflexions à ce sujet. — Action des plantes lors de l'absorption des éléments nutritifs appartenant au règne minéral. — Analyse de la lentille des marais. — Du limon des marais considéré comme engrais. — Propriété que possède le sol d'absorber l'eau contenue dans l'air humide. — Phénomènes qui accompagnent l'absorption des vapeurs.

Nous avons vu quelle est l'action du sol arable sur la potasse, l'ammoniaque et l'acide phosphorique : il en résulte que ce n'est pas sous la forme de solution que le sol fournit à la plupart de nos plantes cultivées les principes minéraux les plus importants et les plus nécessaires à leur développement. En effet, si la potasse et l'ammoniaque se séparent des acides avec lesquels ils sont combinés, tout comme ils sont enlevés à l'eau, et cela d'une façon tellement complète que l'analyse chimique puisse à peine nous en montrer quelques traces lors du passage de leurs dissolutions à travers des couches de même profondeur que la terre arable ordinaire, on ne saurait admettre que l'eau de pluie possède d'elle-même ou à l'aide de quelques centièmes d'acide carbonique, la propriété d'enlever ces mêmes éléments au sol

et de former ainsi une dissolution qui puisse s'infiltrer dans le sol, sans perdre de nouveau les substances dissoutes. Il doit en être de même pour l'acide phosphorique et les phosphates. L'eau entièrement saturée d'acide carbonique dissoudra le phosphate calcaire, partout où elle le rencontrera sous forme de grains; mais ce dissolvant ne peut que répandre ce phosphate dans le sol, car cette solution ne peut quitter l'endroit où elle s'est formée, sans que le sel qu'elle contient ne lui soit enlevé par la terre, si celle-ci n'en est pas saturée.

Ces éléments sont retenus dans le sol, d'une façon analogue à la matière colorante dans le charbon et à l'iode dans l'amidon iodé; ils y restent dans un état propre à l'absorption par les racines, mais ils restent insolubles dans l'eau de pluie et ne peuvent être enlevés par elle à l'état de solution que lorsque le sol arable en est saturé.

Il est conséquemment plus que vraisemblable que les plantes cultivées sont en majeure partie assujetties à puiser directement leur nourriture dans les diverses parties du sol qui se trouvent en contact immédiat avec leurs racines, et qu'elles meurent lorsque cette nourriture se présente à elles sous forme de solution. C'est là ce qui paraît devoir nous expliquer l'action des engrais concentrés qui, au dire des cultivateurs, *brûlent* la semence.

La composition des eaux courantes, des eaux de source et de drainage peut servir d'appui à ces conclusions.

MM. Graham, Miller et Hoffmann nous font connaître (*Chem. Soc.* Qu. J. IV, 375) quantité d'excellentes analyses d'eau de rivière et de source, parmi lesquelles nous remarquons que 100.000 gallons (454345,79 lit.)

d'eau de la Tamise, prise à cinq places différentes, contiennent :

	Thomas Dillen.	Kew.	Barnes.	Reehouse Battersea.	Lambeth.
Potasse .	2k,724	1k,757	1k,324	3k,731	2k,724

Les eaux de source suivantes contenaient sur 100,000 gallons (454545,79 lit.) :

	Whitley.	Cutshmere.	Wellwool.	Hindhead.	Barford.	Cosford-house.
Potasse .	1k,011	0k,933	1k,120	2k,612	6k,716	2k,259

Thomas Way trouva que l'eau de drainage, c'est-à-dire l'eau de pluie filtrée naturellement à travers le sol, prise sur sept terres différentes, donnait les résultats suivants (*Journ. of the royal agric. soc.*, vol. XVII, 133) :

	1 gallon d'eau = en poids 70,000 grains. (1 grain=0g,06477, et 1 gallon vaut 4 lit. 5454579).						
	1	2	3	4	5	6	7
Potasse. . . .	Traces	Traces	0,02	0,05	Traces	0,22	Traces
Soude	1,00	2,17	2,26	0,87	1,42	1,40	3,20
Chaux	4,85	7,19	6,05	2,26	2,52	5,82	15,00
Magnésie . . .	0,68	2,52	2,48	0,41	0,21	0,93	2,50
Oxyde de fer et alumine . . .	0,40	0,05	0,10	—	1,50	0,35	0,50
Acide silicique .	0,95	0,45	0,55	1,20	1,80	0,65	0,85
Chlore	0,70	1,10	1,27	0,81	1,26	1,21	2,62
Acide sulfurique.	1,65	5,15	4,40	1,71	1,29	3,12	9,51
Acide phosphor.	Traces	0,12	Traces	Traces	0,08	0,06	0,12
Ammoniaque . .	0,018	0,018	0,018	0,011	0,018	0,018	0,006

Des résultats tout à fait semblables ont été obtenus par le Dr Krocker dans son analyse d'eau de drainage prise à Proskau (*Liebigund kopp's Jahresb.*, 1853, 742).

	Eau de drainage (sur 10,000 parties).					
	a	b	c	d	e	f (*)
Matières organiques . .	0,25	0,24	0,16	0,06	0,63	0,56
Carbonate calcique . .	0,84	0,84	1,27	0,79	0,71	0,84
Sulfate calcique. . . .	2,08	2,10	1,14	0,17	0,77	0,72
Azotate calcique . . .	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Carbonate magnésique .	0,70	0,69	0,47	0,27	0,26	0,16
Carbonate ferreux. . .	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01
Potasse	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Soude.	0,11	0,15	0,13	0,10	0,05	0,04
Chlorure sodique . . .	0,08	0,08	0,07	0,03	0,01	0,01
Silice	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05
Matières fixes	4,21	4,25	3,37	1,53	2,58	2,47

(*) *a* Eau de drain provenant d'un terrain avec le sous-sol A, recueillie le 1er avril 1853.

b Du même terrain, recueillie le 1er mai 1853, après une pluie de 218 pouces cubes sur un pied carré.

c Eau du même sol, mêlée avec celle provenant d'une couche arable argileuse à sous-sol argilo-calcaire, recueillie en octobre 1853.

Eau du sol B recueillie en octobre 1853.

d Recueillie dans une argile forte au moyen d'une rigole.

e Au commencement de juin.

f A la mi-août, après une forte pluie.

Ces eaux de drainage contiennent tous les éléments que l'eau de pluie peut dissoudre dans le sol, et leur composition donne une idée de la quantité de ces mêmes éléments qu'une plante peut absorber hors de leur solution, pendant toute la durée de sa végétation.

Supposons que, en un an, 6 millions de kilog. d'eau de pluie tombent sur un champ d'un hectare, que le tiers de cette eau s'empare dans le sol de tous les éléments nutritifs que nous avons découverts dans l'eau de drainage, et que pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, ces deux millions de kilog. soient entièrement absorbés par les fibres des tubercules et évaporés par les feuilles des plantes de pommes de terre qu'on y cultive; cette dissolution (si elle est de même nature que l'eau de drainage analysée par Way) fournira aux pommes de terre, sur quatre champs d'un hectare, moins d'un demi-kilog. de potasse, pour deux autres champs d'un hectare, environ un demi-kilog., et enfin à peu près un kilog. pour un septième d'hectare.

Cependant un champ d'un hectare peut fournir une récolte moyenne de pommes de terre produisant 204 kilogrammes de cendres, c'est-à-dire 100 kilogrammes de potasse.

Supposons qu'un champ, dont le Dr Krocker a analysé l'eau de drainage, porte une récolte de betteraves, et admettons encore que ces plantes reçoivent, pendant leur végétation, deux millions de kilog. d'eau de pluie qui s'est saturée de substances minérales dans le sol, elles ne pourraient absorber que 4 kilog. sur un hectare, le double sur deux, le triple sur trois hectares, et ainsi de suite.

Et pourtant une récolte moyenne de turneps sur un hectare, pèse, y compris les feuilles, plus de mille quin-

taux, contient 572 kilog. de cendres et dans celles-ci 247 kilog. de potasse!

La quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau de drainage analysée par Way, est extraordinairement minime; on peut à peine se figurer qu'un demi-kilog. d'ammoniaque dissous dans 1,750,000 litres d'eau puisse exercer une influence marquée sur la végétation.

Il a été impossible d'apprécier la quantité d'ammoniaque contenue dans un gallon d'eau de la Tamise prise en quatre endroits différents; on n'a pu en trouver que 3 parties sur 700,000 dans la même eau prise à Redhouse-Battersea. Si l'eau de la Tamise favorise la végétation des prairies, ce n'est pas à coup sûr à l'aide de l'ammoniaque dont elle est fort pauvre, comme le sont, au reste, toutes les eaux courantes.

La quantité d'acide phosphorique contenue dans les eaux de drainage, de rivière et de source, est tout à fait nulle; Krocker ne put en rencontrer dans l'eau de drainage, Way n'en trouva que des traces dans trois cas différents; dans trois autres analyses, sur sept millions de parties d'eau, il put découvrir deux fois 12 parties d'acide phosphorique et, les autres fois, 6 et 8 parties.

Il résulte du mode d'action du sol que les plantes doivent elles-mêmes jouer un rôle dans l'absorption de leur nourriture; comme êtres organisés, leur existence ne dépend pas entièrement des causes extérieures.

Si les plantes puisaient leurs substances nutritives dans une solution, elles ne pourraient absorber de cette solution que les corps qu'elle contient, et cela proportionnellement à la quantité d'eau évaporée par les feuilles et au temps que dure cette évaporation. Il est tout à fait certain que l'eau qui traverse le sol, et l'évaporation qui se fait par les feuilles, sont des auxiliaires indispensables

de l'assimilation ; mais il y a dans le sol une police, si je puis m'exprimer ainsi, qui écarte des plantes tout ce qui peut leur être nuisible, et leur choisit ce dont elles ont besoin. Ce qui leur est offert par le sol ne peut pénétrer dans leur organisme qu'avec la coopération d'une cause qui agit dans les racines.

Il est à supposer que les plantes cultivées sont, en majeure partie, assujetties à puiser directement dans le sol leurs principes nutritifs appartenant au règne minéral, et que c'est leur porter préjudice, les arrêter dans leur développement et peut-être les faire mourir, que de leur fournir ces mêmes principes dans une dissolution.

On trouve fréquemment dans les prairies des galets calcaires bien lisses, dont la surface est toute couverte de jolis petits sillons ; lorsqu'ils sont fraîchement enlevés de terre, on remarque que chaque petite ligne creuse ou sillon correspond à une fibre de racines : on dirait que cette fibre si mince s'est moulée sur le galet.

Il est très-difficile de se faire une idée de la manière dont les plantes coopèrent à la dissolution des substances minérales ; l'eau est indispensable pour entraîner celles-ci, voilà tout ce que nous comprenons aisément.

La difficulté de cette explication ne doit pas détourner de rechercher des faits dans toutes les directions possibles pour déterminer l'influence de l'eau dans ces sortes d'opérations. Inutile d'ajouter que l'on rencontrera beaucoup de remarques contradictoires en apparence.

On comprend facilement qu'il doit y avoir d'autres lois, suivant lesquelles les plantes aquatiques, dont les racines ne touchent pas le sol, absorbent leurs principes minéraux ; elles sont obligées, comme les plantes marines, de prendre ces principes dans le milieu où

elles se trouvent, car une plante doit toujours rencontrer les substances nécessaires à son existence, dans tous les lieux où elle peut croître et se développer.

L'analyse de la lentille d'eau (lemna trisulca) nous a offert, à cet égard, quelques observations intéressantes. Cette plante croît dans les eaux stagnantes, dans les étangs et les marais, et flotte à la surface, de sorte que ses racines ne sont nullement adhérentes à la terre.

On ramassa dans une mare artificielle du Jardin botanique de cette ville une certaine quantité de ces plantes, qui furent ensuite desséchées, puis brûlées, et l'on détermina la quantité de cendres qu'elles laissaient; on prit également dans cette mare 10 à 15 litres d'eau légèrement verdâtre, que l'on filtra et évapora jusqu'à siccité complète; les cendres, ainsi que les résidus salins de l'eau, furent ensuite soumis à l'analyse.

Je place ici les deux analyses l'une à côté de l'autre, afin d'en faciliter la comparaison :

Cendres de la lentille d'eau.		*Résidu salin de l'eau du Jardin botanique.*	
100 parties de lentille desséchées ont donné 16,6 parties de cendres.		1 litre de cette eau contient 0,415 gr. de résidu salin.	
100 parties de cendres contiennent :		100 parties de ce résidu contiennent :	
Chaux.	16,82	. . . .	35,00
Silice.	5,08	. . . .	12,264
Sel commun. . . .	5,897	. . . .	10,10
Chlorure calcique. .	1,45	. . . .	—
Potasse	13,16	. . . .	3,97
Soude.	—	. . . .	0,471
Oxyde ferrique avec traces d'alumine .	7,36	. . . .	0,721
Acide phosphorique.	8,730	. . . .	2,619
Acide sulfurique . .	6,09	. . . .	8,271
Acide silicique. . .	12,35	. . . .	3,24

La quantité de substances minérales contenues dans cette plante aquatique, ainsi que dans l'eau de la mare,

surprit grandement celui qui en avait fait l'analyse et un grand nombre d'autres chimistes ; en effet, on n'aurait pas cru à priori que ces sortes de plantes sont bien plus riches en principes minéraux que la plupart des végétaux terrestres. Pourtant la plante a, sans aucun doute, puisé ces principes dans une solution, et, chose plus remarquable encore, elle a pu les y choisir.

En comparant entre elles la composition de l'eau et celle des cendres de la plante, on voit que toutes les substances minérales de la première, jusqu'à la soude, se trouvent également dans la seconde, mais dans des proportions bien différentes : l'eau contient 45 pour cent de chaux et de magnésie, la plante seulement 21 pour cent des deux ; l'eau renferme 0,72 pour cent d'oxyde ferrique, et la plante dix fois plus ; les différences en acide phosphorique, potasse, etc., ne sont pas moins grandes. — La plante avait donc absorbé les substances minérales solubles, dans les proportions nécessaires au soutien de son existence, et nullement dans les proportions suivant lesquelles ces substances se trouvaient dans le liquide.

L'eau de marais est singulièrement riche en substances minérales; en effet, celles-ci s'y trouvent en quantité dix fois plus considérable que dans l'eau de drainage, et 25 à 30 fois plus grande que dans l'eau de source; sous le rapport de sa composition qualitative, elle ressemble assez à une eau minérale, ce qui ne se trouve naturellement que dans un marais.

La présence de la potasse, de l'acide phosphorique, de l'acide sulfurique, de l'acide silicique et du fer dans cette eau, s'explique sans difficulté. Dans un marais se ramassent successivement plusieurs générations de plantes détruites, dont les racines ont puisé dans le

sol des substances minérales; ces résidus végétaux entrent en putréfaction dans le fond de l'étang, c'est-à-dire qu'ils se brûlent; leurs éléments inorganiques (ceux qui constituent les cendres) se dissolvent à la faveur de l'acide carbonique ou même des acides organiques, et restent dissous, si le limon environnant, en contact avec cette dissolution, est saturé de ces principes.

Il est posé en fait que, lorsque cette eau stagnante, renfermant de la potasse, est filtrée à travers la terre extraite à un pied environ du bord de la mare où on l'a puisée, elle n'abandonne rien de sa potasse, tandis que toute autre terre lui enlève promptement ce principe alcalin.

Il y a beaucoup de contrées où l'on considère la vase des étangs, des eaux stagnantes et de certains marais, comme un excellent engrais, propre à bonifier les terres et à augmenter leur fertilité. Il est clair qu'une telle espèce de vase agit tout à fait comme une terre arable qui aurait été longtemps en contact avec des substances nutritives ou des engrais énergiques, et en aurait absorbé jusqu'à saturation. Son action se trouve suffisamment expliquée par la composition même de l'eau stagnante.

Enfin, lorsque les détritus végétaux viennent à s'accumuler sur les terres des champs ou des jardins, on conçoit que l'eau qui les traverse dissout plusieurs substances qui autrement ne se rencontrent pas dans les eaux minérales.

A toutes les propriétés chimiques du sol que nous avons décrites, vient s'en joindre une qui est du domaine de la physique et qui a à la fois une grande importance et une influence considérable. Je veux parler de la faculté que possède le sol d'absorber la vapeur d'eau

contenue dans l'air humide et de la faire pénétrer dans tous ses pores. On savait déjà depuis longtemps que la terre est un corps très-avide d'humidité, mais c'est Babo qui, le premier, nous a appris qu'elle jouit de cette propriété d'une manière aussi énergique que l'acide sulfurique concentré, qui est un des corps les plus avides d'eau que l'on connaisse. Prenez quelques onces de terre arable séchée à une température qui ne dépasse pas 35° à 40° centig.; introduisez-la dans une bouteille où se trouve de l'air entièrement saturé de vapeur d'eau à une température de 20° centig. environ, et qui, par suite, déposera de la rosée, au moindre abaissement de la température. L'air, au bout de quelques minutes, sera tellement privé de son humidité, absorbée par la terre, que, par un froid de 8° à 10° centig., il ne se forme pas la moindre goutte d'eau, ou, si l'on aime mieux, de rosée; la force élastique de la vapeur est descendue de 17^{mm} à moins de 2^{mm}.

Dans un air saturé de vapeur d'eau, la terre perd sa puissance d'absorption de l'humidité, proportionnellement à la quantité absorbée. Une fois parvenue à la saturation complète, elle ne s'empare plus de l'eau contenue dans l'air. Le sol arable bien sec, en contact avec de l'air à 20° centig., contenant de la vapeur aqueuse dont l'élasticité dépasse 2^{mm}, absorbe l'eau que renferme cet air jusqu'à ce qu'il se soit établi un équilibre entre la tension de la vapeur d'eau, c'est-à-dire, sa tendance à rester à l'état gazeux, et la puissance d'absorption de la terre.

La terre qui à une température donnée absorbe de l'humidité de l'air et s'en sature, en rend à un air plus sec une certaine quantité; il en est de même lorsque la température de celui-ci s'élève. Par contre, si l'air a

plus d'humidité qu'elle, elle lui en enlève et cela jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

L'absorption et l'évaporation sont accompagnées d'un phénomène remarquable : la température de la terre s'élève pendant l'absorption de l'humidité, elle s'abaisse, au contraire, pendant l'évaporation. Que l'on suspende un petit sac de toile contenant de la terre arable desséchée (et avec un thermomètre au milieu) dans un vase où l'on aura introduit de l'air humide, et l'on verra le mercure du thermomètre monter au bout de quelques instants. Dans les expériences faites par Babo, la température s'éleva de 20° à 31° centigr., dans une terre riche en matières organiques, et à 27° centigr. dans une terre sablonneuse. Une terre arable qui s'était partiellement saturée dans une atmosphère de 20° centigr., et dont le point de rosée était à 12°, se comporta de la même manière dans un air complétement saturé de vapeurs : on vit la température s'élever de 2 à 3 degrés. Ces phénomènes doivent exercer une influence très-marquante sur la végétation, et si les limites extrêmes que nous venons d'indiquer se présentent rarement, les cas intermédiaires n'en doivent être que plus fréquents.

Lorsque, pendant les chaleurs de l'été, la surface du sol se dessèche, sans que les couches inférieures réparent la perte d'eau par l'attraction capillaire, la force d'absorption du sol donne à l'humidité de l'atmosphère le moyen de venir en aide à la végétation.

La vapeur d'eau à condenser provient de deux sources. Pendant la nuit, la température de l'air s'abaisse ; la force expansive de la vapeur d'eau qui s'y trouve diminue, et ainsi, sans que l'atmosphère soit refroidie au point de laisser la rosée se former, le sol absorbe la vapeur d'eau avec l'ammoniaque et l'acide carbonique qu'elle ren-

ferme; cette absorption a lieu avec dégagement de chaleur, ce qui diminue les pertes de calorique par rayonnement nocturne. Sous les tropiques, où la pluie manque, ce phénomène doit avoir une influence extraordinaire. Son action est loin d'être aussi considérable dans nos climats tempérés, toutefois nous ne pouvons la considérer comme nulle. Comme la condensation ne se fait que lentement, la température ne s'élève souvent que d'une fraction de degré, mais souvent aussi ces fractions assurent la réussite d'une plante; le sol, en effet, devient et se maintient plus chaud qu'il ne le serait sans cette propriété.

La seconde source à laquelle le sol puise l'humidité, en vertu de son pouvoir absorbant, sont les couches humides sous-jacentes. C'est de ce sous-sol que sortent les masses de vapeur d'eau qui viennent se distiller à la surface et dont l'absorption est également accompagnée d'un développement de chaleur dans les couches supérieures. Lorsque, au moyen du drainage, on maintient dans l'intérieur de la terre l'eau qui tend sans cesse à monter en vertu de l'attraction capillaire, les couches inférieures du sol fournissent à sa croûte desséchée une grande quantité de vapeur d'eau, qui l'échauffe et favorise considérablement la végétation.

Nous voyons dans ces faits une des lois les plus remarquables de la nature. *La vie organique doit se développer dans la couche externe du sol, à chaque particule de laquelle une sage disposition donne le pouvoir de rassembler et de retenir fixes tous les principes nutritifs qui lui sont nécessaires.* Ce pouvoir conserve également au sol, même dans les circonstances en apparence les plus défavorables, les conditions de fertilité qu'il renfermait auparavant ou qu'on a eu soin de lui fournir.

QUATRIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Part que prend l'humus à la végétation. — Expériences de Lawes sur l'action des sels ammoniacaux. — Effet des nitrates. — Du sel commun. — Essai de fumures faites au moyen des sels ammoniacaux et du sel commun ; leur effet sur les récoltes d'été. — Résultats que recherche l'agriculture pratique dans ses essais de fumure. — Utilité du sel commun employé avec les autres engrais.—Action des sels ammoniacaux, du chlorure et du nitrate sodiques en présence des phosphates contenus dans le sol ; leur effet sur la végétation des plantes.

Il y a quelques années à peine, l'agriculture théorique enseignait, et les hommes de pratique étaient convaincus, que la fertilité d'un sol dépend de sa richesse en humus ou détritus carbonique provenant des végétations précédentes ; aujourd'hui les personnes un peu clairvoyantes, sans mettre en doute, dans quelques cas spéciaux, la vertu des matières organiques contenues dans le fumier de basse-cour, ne croient plus que le produit d'un champ en substances organiques soit dans un rapport quelconque avec la quantité d'humus qu'il possède, et que son degré de fertilité puisse se mesurer, comme on le croyait naguère, d'après sa richesse en humus.

Nous possédons maintenant une connaissance plus approfondie et plus exacte de la part que prend l'humus à la végétation, et nous pouvons déterminer à priori les

circonstances où sa présence est utile ou nuisible. Nous savons qu'il n'est utile que lorsque le sol contient en quantité suffisante les éléments fixes dont les plantes ont besoin, et que son action est nulle lorsque ces éléments font défaut; sa décomposition dans le sol est une véritable source d'acide carbonique, qui met les principes nutritifs fixes à même de se dissoudre et de se répandre ainsi de tous côtés.

Dans le cours de ses expériences si remarquables sur l'action des sels ammoniacaux, Lawes récolta, en douze ans, sur un seul et même champ, 23553,735 kilogr. de produits végétaux (grain et paille de froment) par acre (40 ares 46 centiares), en employant pour engrais des substances fixes et des sels ammoniacaux ; un second champ, fumé de la même manière, lui donna une récolte de 24091,45 kilogr. L'usage qu'il fit d'une fumure entièrement minérale, lui procura, sur les deux mêmes champs, une augmentation de 8391,82 kilogr. pour l'un et de 8929,99 kilogr. pour l'autre, comparativement à d'autres terres de même contenance, mais non fumées. Il est vrai que l'emploi du fumier d'étable lui aurait fourni, sur les deux champs en question, une récolte aussi bonne, peut-être même supérieure, mais on ne peut révoquer en doute que les sels ammoniacaux n'aient, dans les deux cas, remplacé l'action des matières organiques en décomposition dans ce fumier, et conséquemment augmenté le produit de la récolte ; on est donc porté à croire que l'augmentation des produits tient à la même cause.

Plusieurs faits ont démontré que l'action des sels ammoniacaux ne peut nullement dépendre de leur contenu en azote et n'a même aucun rapport avec celui-ci; il est clair d'après cela que c'est en agissant comme

sels, qu'ils produisent leur effet, c'est-à-dire que les acides qui s'y trouvent doivent coopérer à cette action.

On n'est pas encore parvenu jusqu'ici à déterminer l'effet de cette coopération; voilà pourquoi il y a encore tant de divergences d'opinion sur l'action particulière des sels ammoniacaux.

Les uns assurent que cette action n'a besoin de dépendre d'aucun autre élément que de l'azote, parce que, disent-ils, les acides peuvent varier sans qu'il y ait un changement remarquable dans l'effet produit; d'autres, au contraire, prétendent que la richesse du sol en ammoniaque est tellement grande, qu'on ne doit pas faire attention à l'effet produit par la petite quantité d'azote amenée dans les sels ammoniacaux. Une acre de terre, qui, sur une profondeur de 10 pouces, contient 10,000 livres ($4,534^k,58$) d'ammoniaque ou d'azote, n'acquiert pas une fertilité double par suite de l'addition de 30 ou 60 livres ($13^k,59$ ou $27^k,18$) d'ammoniaque. Comme il ne peut être question d'un manque d'azote dans un sol de cette nature, il faut rechercher ailleurs la raison de l'effet produit.

Il en est de l'action des nitrates comme de l'action des sels ammoniacaux; dans certaines circonstances, le nitrate sodique est d'une grande efficacité pour la récolte en grains et en paille, d'autres fois il est sans effet; les recherches de Kuhlmann prouvent que les bases de ces sels y jouent un rôle assez important. Deux prairies avaient été amendées avec du nitrate sodique et du nitrate calcique. Le premier sel, employé à raison de 250 kil., produisit par hectare une augmentation de 2,055 kil. sur la récolte précédente; la même quantité de nitrate calcique, contenant 1 1/4 p. c. en plus d'acide nitrique, ne produisit qu'une augmentation de 695 kil.,

soit avec le sel calcaire 2/3 moins qu'avec le sel sodique. Si l'on attribuait à l'acide nitrique l'augmentation de récolte qui s'est produite, la différence d'action des deux sels serait tout à fait incompréhensible.

Dans beaucoup de cas, le sel marin paraît agir d'une manière analogue et tout aussi problématique. En 1846, Kuhlmann constata, dans ses expériences, que 200 kil. de sulfate ammonique lui avaient procuré une augmentation de 2,533 kil. de foin; la même quantité de sulfate ammonique, augmentée de 133 kil. de sel marin, lui donna une augmentation de 3,173 kil. foin, soit 640 kil. de plus qu'en employant seul le sulfate ammonique.

On pourrait penser que l'augmentation de la récolte était due à l'addition d'un chlorure, corps que les plantes de nos prairies renferment en assez grande quantité; mais les résultats de deux autres essais faits par Kuhlmann, en 1845 et 1846, au moyen du sel ammoniac et du sel commun, nous présentent des différences encore plus grandes. La parcelle de prairie qui avait été amendée avec 200 kil. de sel ammoniac, donna par hectare, les deux années, 3,700 kil. de foin de plus que la même surface de prairie non amendée. Une autre parcelle fumée avec 200 kil. de sel ammoniac, joints à 200 kil. de sel marin, fournit une augmentation de 5,687 kil., soit un surplus de 1,087 kil. dû à l'action du sel commun, ou, en d'autres termes, moitié plus qu'avec le sel ammoniac seul. 200 kil. de sel commun sans sel ammoniac fournirent 1,606 kil. foin d'augmentation; la différence entre les deux nombres (1,987^{k} et 1,606^{k}) n'est pas assez grande pour empêcher de conclure que les deux sels, le sel marin et le sel ammoniac, avaient agi séparément comme s'ils n'avaient pas été en pré-

sence l'un de l'autre, ou, ce qui est la même chose, qu'ils avaient eu chacun une action spéciale.

Le comité général de l'*Union agricole* de Bavière fit faire en 1857, à Bogenhausen, dans les environs de Munich, une série d'essais de fumure sur des récoltes d'été, avec les sels ammoniacaux et le sel commun.

On choisit pour ces expériences 18 parcelles, chacune d'une contenance de 1 are 61 cent. 73 (1,914 pieds carrés de Bavière), prises dans un champ qui avait porté, les trois années précédentes, une récolte de seigle et deux d'avoine, après une fumure ordinaire d'engrais de basse-cour. Quatre de ces parcelles furent fumées au moyen de sels ammoniacaux, une seule resta sans engrais; quatre autres reçurent la même quantité de sels ammoniacaux et chacune, en sus, 3080 grammes de sel commun. Chaque parcelle reçut en sels ammoniacaux *la même quantité d'azote.*

Afin de déterminer exactement la quantité moyenne d'engrais à employer, on admit en principe que 168 kil. de guano sur 40 ares 46 cent. équivalent à une bonne fumure d'engrais de basse-cour; ce qui fait 10 kil. environ de guano sur 1 are 61 cent. 73. On choisit pour cela du guano de qualité supérieure, lequel, d'après l'analyse qu'on en avait faite, contenait 14,53 d'eau et 52,10 de matières organiques dont 15,39 d'ammoniaque et 33,38 de cendres. 10 kil. de ce guano renfermaient, par conséquent, 1^{k},535 d'ammoniaque. L'analyse des sels ammoniacaux employés donna :

Carbonate ammonique.	29,84 °/°	d'ammoniaque.
Phosphate —	29,96	—
Nitrate —	19,11	—

Deux sur huit des parcelles soumises à l'essai (les nos I et V) reçurent 5^{k},88 de carbonate ammonique, deux

autres (les nos II et VI) $4^k,20$ de nitrate, deux autres (les nos III et VII) $6^k,72$ de phosphate. Enfin les nos IV et VIII furent fumés chacun avec $6^k,72$ de sulfate ammonique cristallisé, un autre avec $11^k,200$ du guano soumis à l'analyse; les nos V, VI, VII et VIII reçurent, en outre, chacun 3,080 gr. sel commun. Comme ces essais ont offert assez d'intérêt par eux-mêmes, abstraction faite de l'effet du sel commun, j'en donnerai les résultats au complet.

Les quatre parcelles qui n'avaient reçu que des sels ammoniacaux pour fumure donnèrent la récolte d'orge suivante en grains et en paille :

La parcelle non fumée. . .	6,825 gr.	grain et	18,375 gr.	paille.
La parcelle no I . . .	6,335	—	16,205	—
— II . . .	8,470	—	16,370	—
— III . . .	7,280	—	17,920	—
— IV . . .	6,912	—	18,287	—

Les quatre parcelles fumées avec les sels ammoniacaux et le sel marin donnèrent la récolte d'orge suivante :

La parcelle no V . . .	14,350 gr.	grain et	27,020 gr.	paille.
— VI . . .	16,510	—	36,645	—
— VII . . .	9,887	—	24,852	—
— VIII . . .	11,130	—	27,969	—

Les parcelles où l'on avait mis du sel marin, comparées à celles qui n'en avaient pas reçu, ont donc donné en plus :

La parcelle no V . . .	8,235 gr.	grain et	10,815 gr.	paille.
— VI . . .	7,770	—	19,915	—
— VII . . .	2,607	—	6,912	—
— VIII . . .	4,218	—	9,782	—

L'agriculteur praticien n'a jamais qu'une seule chose

en vue dans ses essais de fumure : l'augmentation de ses récoltes ; s'il y parvient, il proclame ses essais concluants. Sous ce rapport, les expériences dont nous venons de parler, faites ou non avec le sel commun, ont donné des résultats totalement nuls, car les récoltes obtenues dans l'un et l'autre cas, atteignent à peine la moyenne ordinaire par hectare. Ces expériences n'ont pas eu pour but de fournir une récolte supérieure à la récolte moyenne, mais seulement de rechercher l'effet produit par les sels ammoniacaux unis au sel commun ; et il me semble, à ce point de vue, qu'elles ont été on ne peut plus concluantes ; car ce qui a été fait à Bogenhausen suffit pour lever tous nos doutes sur les effets physiologiques du sel commun. Dans tous les cas où l'on a fait usage de ce sel, il y a eu augmentation de produits, le carbonate ammonique uni au sel commun a donné un produit double en grains ; le nitrate ammonique uni au même sel a rendu en plus 90 p. c. en grains et 120 p. c. en paille.

Puisque le mélange de nitrate ammonique et de sel commun contient des éléments de nitrate sodique, il n'était pas sans intérêt de connaître l'effet de ce dernier essai comparatif sur une parcelle de grandeur égale aux autres, prise dans le même champ. Fumée avec $8^k,96$ de nitrate sodique, elle produisit $12^k,320$ de grain et $32^k,480$ de paille ; avec une addition de $2^k,712$ de sel commun, elle rendit $17^k,920$ de grain et $35^k,780$ de paille. Le sel commun avait donc augmenté la force productive du nitrate sodique, et un mélange des deux sels donna un produit en grains plus élevé qu'un mélange de sel commun et de nitrate ammonique, contenant cependant la même quantité d'azote. C'est le guano qui, après le nitrate sodique, a donné les plus beaux produits, chose qu'il devait sur-

tout à l'ammoniaque qu'il renferme. Par contre, les expériences faites avec le carbonate et le nitrate ammoniques ont montré qu'une quantité d'ammoniaque ou d'azote, équivalente à celle contenue dans $11^k,2$ de guano, et placée dans des conditions analogues, reste à peu près sans effet.

Je ne prétends pas pousser plus loin les conclusions qui se rattachent aux essais de fumure faits avec les sels ammoniacaux, pour ne pas diminuer l'importance de ce fait si remarquable qui en résulte, à savoir que le sel commun surtout exerce une action favorable sur le développement des céréales, sous le rapport de la masse de substance végétale produite.

Ce ne sont pas là des faits nouveaux pour le cultivateur, mais un grand nombre de cas, où le sel commun s'est montré comme auxiliaire indispensable d'une bonne fumure, ont eu des résultats qui n'étaient ni clairs ni décisifs; et, dans les sciences naturelles, on a pour règle qu'un fait a besoin d'être parfaitement établi, avant qu'on doive en rechercher l'explication.

L'action du sel commun est évidemment semblable à l'action des sels ammoniacaux et du nitrate sodique, mais, si l'on nous explique l'effet produit par les derniers sels d'après leur richesse en azote et parce que l'ammoniaque et l'acide nitrique sont indubitablement des substances nutritives, nous ne pouvons admettre la même explication pour le sel commun, car ni le chlore ni le chlorure sodique ne fournissent aux plantes des éléments constitutifs; on ne peut donc poser en principe que l'une ou l'autre de ces deux substances soit nécessaire, bien qu'on les ait fréquemment rencontrées dans les cendres des végétaux.

Les observations les plus récentes faites quant au

mode d'action du sol sur les substances nutritives des plantes, montrent combien sont restreintes les connaissances positives que nous possédons sur la manière dont les plantes absorbent leur nourriture et sur le rôle que joue le sol sous le rapport de ses propriétés physiques. L'effet produit par les sels ammoniacaux, le chlorure et le nitrate sodiques sur les phosphates terreux contenus dans le sol arable, peut nous aider peut-être à nous rendre compte de leur action ou d'une de leurs actions sur la végétation des plantes.

Le sulfate ammonique, de même que d'autres sels ammoniacaux solubles, possède la propriété de rendre solubles dans l'eau les phosphates terreux, tout comme le fait l'eau qui contient une certaine quantité d'acide carbonique.

Nous ne connaissons pas d'autre voie par laquelle les phosphates puissent être distribués dans le sol, que l'eau chargée d'acide carbonique ; et s'il est vrai que l'un des principaux effets produits par l'humus ou par les matières organiques en décomposition dans le sol et dans le fumier, provient de ce que ceux-ci sont de véritables sources d'acide carbonique qui enrichissent de cet acide l'air qui pénètre le sol et l'eau qui l'arrose ; s'il est vrai que cette eau chargée d'acide carbonique rend solubles les phosphates terreux et les répand dans le sol après les avoir dissous, alors il n'y a pas à douter que les sels ammoniacaux ne possèdent la propriété de pouvoir remplacer, dans le même but, les matières organiques, et n'aient sur la végétation une influence aussi bienfaisante qu'elles.

Parmi les sels sodiques, le nitrate et le sel commun possèdent la même propriété. On a démontré récemment que le nitrate et le chlorure sodiques possèdent à un

haut degré, même dans leurs solutions très-étendues, la propriété de dissoudre les phosphates terreux, et que ces sels jouent, dans la nutrition des plantes, un rôle analogue à celui que nous avons reconnu à l'eau chargée d'acide carbonique (à l'humus) et aux sels ammoniacaux.

Des expériences directes ont prouvé que 100 kil. de sulfate ammonique en dissolution dans 450 hectolitres d'eau, et mis en contact avec du phosphate calcique bibasique, peuvent dissoudre environ 3,600 grammes de ce phosphate. 100 kil. de sel commun en dissolution dans 500 hectolitres d'eau, ou 100 kil. de nitrate sodique dissous dans 534 hectolitres d'eau, peuvent également en dissoudre, le premier 3,300 grammes et le second 2,630 grammes.

La solubilité du phosphate de chaux tribasique dans les mêmes liquides, est beaucoup moindre.

	100 kilogrammes de sulfate ammonique	de sel commun	de nitrate sodique
dissous dans . .	54000	50000	53300 litres d'eau,
dissolvent . . .	3400 gr.	1500 gr.	1200 gr. de phosphate calcique tribasique.

Le grain des céréales, et notamment celui de froment, contient du phosphate calcique et du phosphate magnésique ; ce dernier prédomine. Dans quelques variétés de froment, la quantité de phosphate magnésique est quatre fois, souvent même dix fois plus grande que celle de phosphate calcique. On trouve ces deux sels en proportions analogues dans les grains de seigle, d'avoine et d'orge ; le phosphate magnésique s'y rencontre en bien plus grande quantité que le phosphate calcique. Des rapports aussi constants ne peuvent passer inaperçus dans la culture de ces céréales, et le mode

d'action des sels dont nous avons parlé plus haut, sur le phosphate magnésique et le phosphate ammonico-magnésien, est d'un intérêt tout particulier.

	100 kilogrammes de nitrate sodique,	de sel commun,
dissous dans. .	55500 lit.	50000 lit. d'eau,
dissolvent. . .	2160 grammes,	5790 grammes de phosphate magnésique.

La solubilité du phosphate ammonico-magnésien dans les mêmes solutions salines, est bien autrement grande :

	100 kilogrammes de sulfate ammonique	de sel commun	de nitrate sodique
dissous dans. .	55500 lit.	50000 lit.	55500 lit. d'eau,
dissolvent . .	4115 gr.	6170 gr.	4655 gr. de phosphate ammonico-magnésien.

La quantité de phosphates terreux absorbée dans ces dissolutions salines n'est pas proportionnelle à la quantité de sel contenue dans le liquide; ils paraissent, au contraire, se dissoudre en proportions d'autant plus fortes que la solution est plus étendue (1).

Ces faits démontrent à l'évidence que l'eau contenant une faible quantité de sel commun, de nitrate sodique ou d'un sel ammoniacal quelconque, a le pouvoir de dissoudre l'acide phosphorique, sous forme de phosphates qui sans cela seraient insolubles. Ils prouvent, en outre, que ces solutions faibles se conduisent envers les phosphates terreux, comme les dissolutions d'acide carbonique dans l'eau. Ainsi, par exemple, 100 kil. de sulfate ammonique dissolvent autant de phosphate cal-

(1)

1000 C. C. de liquide contenant	dissolvent de PO^{52}, MgO, NH^4O	pour 1 gramme de sel.
2,2 gr. NH_4O, SO_3	76,7 milligr.	54,9 milligr.
5 » »	115,0 »	57,6 »
10 » »	147,0 »	14,7 »

Température, 14°.

caire que 4,720 litres d'acide carbonique dissous dans l'eau, et 100 kil. de sel commun autant de phosphate ammonico-magnésique que 3,456 litres d'acide carbonique en solution aqueuse.

Des essais directs prouvent qu'une solution très-faible de ces sels, une fois en contact avec un sol renfermant un excès de phosphates terreux, lui enlève ces sels, et lorsqu'elle se trouve en présence d'une autre portion du même sol qui n'est pas saturée d'acide phosphorique, elle lui cède ce qu'elle a enlevé.

Si nous observons avec soin l'effet produit par les sels ammoniacaux, le nitrate sodique et le sel commun sur le sol arable, nous voyons qu'aucun de ces sels n'opère dans la forme sous laquelle il a été donné au sol. Les sels ammoniacaux sont décomposés par le sol, l'ammoniaque est retenu par la terre, tandis que les acides de ces sels entrent en combinaison avec la chaux. la magnésie, les alcalis, en un mot, avec une base quelconque, qui se trouve à proximité et qui a la propriété de former une combinaison avec eux.

Ces sels agissent donc de deux manières, d'un côté en rendant le sol riche en ammoniaque, d'un autre côté au moyen du nouveau composé formé par l'acide du sel ammoniacal. Les alcalis et les terres alcalines en combinaison avec ces acides acquièrent par là un nouveau degré de solubilité, et peuvent être plus facilement distribués dans le sol. Si celui-ci est riche en magnésie ou en chaux, ces deux bases formeront des sels, mais à part le sulfate de chaux, ceux-ci n'auront que peu d'influence favorable. — L'emploi du sel ammoniac au lieu de sulfate ammoniaque, donne naissance au chlorure magnésique et au chlorure calcique, qui exercent une action plus nuisible qu'utile sur la végétation. Que des sels se forment

de ces bases par la réunion des sels ammoniacaux dans le sol, que ces mêmes sels n'aient particulièrement aucune influence favorable sur la végétation, ce sont là des faits qu'il est impossible de révoquer en doute.

Mais, lorsque certaines parties du sol, mises en présence de dissolutions de sels ammoniacaux, contiennent en quelques endroits du phosphate calcique ou magnésique, sous forme de grains ou de poudre d'os, il se formera une dissolution de ces phosphates terreux qui se répandra dans le sol.

Considérés sous le rapport de la rapidité de leur décomposition, les sels à base de potasse se conduisent dans le sol absolument comme les sels ammoniacaux, mais le mode d'action des sels à base de soude est tout différent.

Dans une dissolution de nitrate sodique (renfermant 1/5 pour cent de sel), qu'on avait laissé filtrer lentement à travers un même volume de terre arable (argile de Bogenhausen), la moitié du sel ne fut pas absorbée, tandis que l'autre moitié se transforma en nitrate calcique et en nitrate magnésique. Une solution de chlorure sodique laissait, dans les mêmes circonstances, les trois quarts du sel non décomposés. Si donc on amende un champ avec du nitrate ou du chlorure sodique, et que par les eaux de pluie il s'en forme une solution étendue qui pénètre le sol, une grande quantité de ces sels doit rester inaltérée et produire dans le sol humide des réactions lentes, il est vrai, mais énergiques, à cause même de leur durée. De même que les sels ammoniacaux ou l'acide carbonique provenant de la décomposition des matières organiques et dissous dans l'eau, les solutions dont nous venons de parler se saturent de phosphates, toutes les fois qu'elles en rencontrent dans le sol, et

ainsi mettent ces sels en état de servir à la nourriture des plantes. Lorsque les mêmes solutions viennent à rencontrer certaines parties du sol non saturées de phosphates, elles leur cèdent ceux qu'elles contiennent, et alors le chlorure ou le nitrate sodique acquiert de nouveau la faculté d'exercer la même action dissolvante et disséminatrice, jusqu'à ce qu'il se soit complétement transformé en sels de chaux et de magnésie.

Lorsque l'on considère l'influence bienfaisante qu'exerce la grande solubilité des os pulvérisés, et la facilité avec laquelle ils se répandent dans le sol par suite de leur décomposition dans l'acide sulfurique, on ne peut assez apprécier la propriété des sels ammoniacaux, du sel commun et du nitrate potassique.

Il n'y a pas de comparaison à établir entre l'effet produit par la fumure la plus énergique que puissent donner les phosphates réduits en poudre grossière, et l'effet provenant d'une quantité bien plus petite des mêmes sels subdivisés à l'infini, et dont les molécules sont par là mises en contact immédiat avec le sol arable. Chaque radicelle n'a besoin, aux points où elle touche immédiatement la terre, que d'une quantité infiniment petite de matière nutritive, mais il est nécessaire, pour la régularité de ses fonctions, que cet infiniment petit se trouve juste à la place occupée par la radicelle même. En effet, si les principes nutritifs ne se dissolvent pas dans l'eau, un excès qui se trouve à une autre place ne peut être absorbé par les radicelles et est perdu pour la nutrition. Or, les sels précités possèdent la propriété de transporter ces éléments nutritifs, des endroits où ils sont en excès dans ceux où il en manque, et même, lorsque les éléments dont ces sels sont composés ne peuvent prendre une part directe à la végétation, ils n'en exer-

cent pas moins une influence remarquable sur l'amélioration des récoltes.

Mais cette influence cesse, lorsque le sulfate ammonique et le nitrate de soude se sont complétement transformés en composés calciques et magnésiques, et que le sel commun s'est changé en chlorure calcique ou magnésique; il est alors nécessaire qu'il y ait une nouvelle addition de ces sels afin que leur effet se fasse sentir une seconde fois. Si l'action des sels ammoniacaux dépend de l'ammoniaque qu'ils renferment, on comprend difficilement pourquoi, après une forte fumure faite au moyen de ces sels, la partie qui n'a pas agi la première année, n'agirait pas la seconde, puisqu'elle est offerte aux plantes dans le même état que celle qui a agi.

Le sulfate ammonique agit sur les silicates de la même manière que sur les phosphates; lorsqu'on met une faible solution de ce sel en présence d'une terre saturée de silicate potassique et qui ne cède à l'eau aucune trace de potasse, le sel ammoniacal lui enlève une quantité notable de potasse, qu'on peut décéler au moyen des réactifs ordinaires.

Il est clair que le cultivateur, en faisant un usage convenable des propriétés chimiques du sel commun, du nitrate potassique et des sels ammoniacaux, peut remplacer avantageusement, sur les jachères, le travail mécanique de la charrue et l'action de l'atmosphère.

C'est une erreur de conclure que, d'après cette propriété, le sel commun doive avoir la même action qu'une quantité correspondante de nitrate sodique. En effet, si nous admettons, ce qui a lieu en général, que ces deux sels se transforment en composés calcaires, le sel commun en chlorure calcique et le nitrate sodique, en ni-

trate calcique, nous savons, d'après les expériences de Kuhlmann, que le chlorure calcique est par lui-même inefficace et même nuisible pour les différentes espèces de plantes d'une prairie, au lieu que le nitrate calcique favorise considérablement la croissance du foin. D'après cela, on voit que le nitrate sodique possède deux actions efficaces et le sel commun une seulement, et, tandis que les plantes cultivées supportent des quantités considérables de nitrate de soude dans le sol, les chlorures, en dehors de certaines limites très-étroites, agissent d'une manière nuisible.

Nous considérons comme engrais tous les éléments qui, mis en contact avec les plantes, favorisent leur développement, sans que nous sachions si plusieurs d'entre eux n'ont d'autre effet que de rendre la nourriture absorbable, et de la préparer ainsi pour les plantes. Le fait de leur influence favorable sur la végétation ne prouve pas par lui-même qu'ils agissent comme principes nutritifs. Nous comparons le travail opéré par la charrue, à la trituration que les animaux font de leur nourriture au moyen d'instruments spéciaux que la nature leur a donnés dans ce but, et, ainsi qu'il résulte des expériences décrites précédemment, quelques substances, telles que le sel commun, le nitrate sodique et les sels ammoniacaux, à part l'action dévolue à leurs éléments constitutifs, jouent un rôle particulier, comparable à celui de l'estomac qui digère et pour lequel ils peuvent, en partie, se remplacer. Tant qu'ils rendent les substances nutritives contenues dans le sol, plus facilement absorbables et capables de servir à la nourriture des plantes, ils exercent une influence remarquable sur la végétation de celles-ci et activent, sans contredit, leur développement.

Voilà ce qui nous explique pourquoi ces sels ne

favorisent la végétation que dans certaines terres, et pourquoi leur action se fait très-peu ou ne se fait même pas sentir après une deuxième ou une troisième fumure.

Un cultivateur qui possède des terres auxquelles les phosphates ne manquent pas, mais dans lesquelles ils sont distribués d'une manière inégale, augmenterait certainement l'effet produit par ces sels et en obtiendrait des résultats bien plus avantageux pour ses récoltes, s'il possédait le moyen d'enlever au sol les phosphates basiques et de les lui rendre sous forme de phosphates acides. C'est ce que fait le cultivateur pratique lorsqu'il fume ses terres avec le nitrate de soude, les sels ammoniacaux et le sel commun.

CINQUIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Influence de l'azote sur la puissance productive du sol. — Expériences de Schattenmann, de Lawes et de Kuhlmann. — Résultats de ces expériences. — Différences dans les produits du sol sur la même contrée. — Rapports qui existent entre les produits du sol, leur durée et la somme des substances nutritives fixes qui y sont contenues.

Le sol arable contient une certaine quantité d'azote sous forme d'ammoniaque et de composés azotés provenant des plantes et des animaux.

Les observations de Thomson, de Huxtable, et surtout les travaux remarquables de Thomas Way ont constaté le fait suivant : c'est que le carbonate ammonique contenu dans la pluie et le fumier ou l'ammoniaque des sels ammoniacaux est absorbé et retenu par le sol, de sorte que celui-ci ne renferme pas d'ammoniaque libre, et comme ni l'eau pure, ni l'eau chargée d'acide carbonique ne peuvent enlever au sol l'ammoniaque qui s'y trouve à l'état de combinaison, il est facile de comprendre que les plantes, pendant leur développement, l'enlèvent immédiatement au sol au moyen de leurs racines.

Si l'on suppose que ce n'est pas de l'air mais bien du sol que les plantes tirent tout l'azote dont elles ont be-

soin pour se développer, on comprend que chaque partie du sol doit contenir la quantité d'ammoniaque ou d'azote nécessaire à leur végétation ; si ces différentes parties en contiennent moins que les racines ne peuvent en absorber ou que les plantes ne peuvent s'en approprier, celles-ci n'atteignent pas leur maximum de développement et produisent moins de grains ou des grains bien inférieurs en poids, quand même elles réuniraient toutes les autres conditions favorables à leur production granifère.

La fertilité d'un champ, en admettant qu'elle dépendît de l'azote, serait donc en rapport avec la quantité de cet élément qui se trouve dans la terre et avec la portion qu'en renferme toute section verticale faite dans le sol. Les fibres des racines ne peuvent absorber de l'azote là où elles n'en rencontrent pas.

Dans deux champs dont la terre arable, prise à égale distance de la surface, renferme la même quantité d'azote, et auxquels on considère comme données toutes les conditions favorables à la végétation, deux plantes absorbent des quantités d'azote différentes, si les surfaces d'absorption de leurs radicelles ne sont pas les mêmes. La plante dont les racines présentent à leur extérieur une superficie double, absorbera deux fois plus d'azote que celle qui n'a que la moitié de la même superficie. Ce rapport existe pour tous les principes nutritifs qui se trouvent dans le sol.

Ainsi, lorsqu'un champ renferme moitié moins qu'un autre de substances nutritives, la plante qui croît sur le premier en absorbera autant que celle qui pousse sur le second, à condition que ses racines réunies présentent une surface double de celles de l'autre.

Ces faits se comprennent d'eux-mêmes et expliquent,

dans bien des circonstances, un des principaux effets des engrais sur nos campagnes, en ce sens que l'accumulation de substances nutritives sur les couches supérieures du sol favorise, dans les premiers temps du développement, la croissance d'une quantité de radicelles double et même centuple de celles qu'elles auraient produites sans cela. Leur développement ultérieur est en proportion avec la surface des racines, et celles-ci sont à même d'aller s'emparer de toutes les matières nutritives éparses dans les couches plus profondes du sol.

Jusqu'à présent nous manquons de données concernant le nombre et la surface extérieure des radicelles des plantes cultivées, et, pour ce motif, il n'est pas possible de constater avec précision la quantité d'ammoniaque que doit contenir une bande de terre arable, pour pouvoir fournir aux divers végétaux ce dont ils ont besoin en azote.

Si, d'après des considérations qui seront développées dans la prochaine lettre, nous admettons que sur chaque millimètre carré de section transversale, un champ doive contenir un demi-milligramme d'ammoniaque, pour procurer aux racines d'une plante de froment tout l'azote dont celle-ci a besoin pour son entier développement, un hectare de champ doit contenir 5,000 kil. ou bien 0,12 à 0,13 pour cent d'ammoniaque, dans la zone où se développent les racines.

Lorsque l'on compare avec ce que nous venons de dire, la quantité d'ammoniaque ou d'azote que contiennent les terres arables de différentes contrées, terres dont on a fait des analyses quantitatives nombreuses, on s'aperçoit que la majeure partie de nos champs cultivés, sur une profondeur de dix pouces, en contiennent non-

seulement la quantité précitée, mais encore bien au delà.

Il est hors de doute que toutes les plantes cultivées puisent et absorbent au moyen de leurs feuilles, dans l'eau de pluie, dans la rosée et même dans l'air, les éléments nutritifs azotés qui leur sont présentés sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique, tout aussi bien que les plantes sauvages, qui ne reçoivent cependant de la main des hommes aucune fumure azotée. On voit donc que le cultivateur ne doit pas toujours rechercher la cause de l'affaiblissement de ses récoltes dans un manque d'ammoniaque ou de substances azotées, et qu'il doit, en vue d'améliorer ses produits, chercher quelles sont les autres conditions qui manquent.

La connaissance que l'on a de la quantité d'ammoniaque ou d'azote contenue dans un champ ne suffit donc pas pour pouvoir juger de la fertilité ou de la fécondité de celui-ci. et si l'on voit quelques champs donner, à l'aide de l'ammoniaque, de meilleurs produits, on en voit beaucoup plus sur lesquels une forte dose de la même substance azotée ne fait aucun effet. L'azote, certes, doit agir aussi et prendre une part active au développement des plantes, mais il n'a par lui-même aucune efficacité, dès que les conditions qui le rendent actif font défaut.

Les expériences faites en Alsace par Schattenmann sont très-instructives sous ce rapport. Ses champs de froment, amendés au moyen de sels ammoniacaux, furent moins productifs qu'une parcelle d'un terrain de même nature, à laquelle cet amendement n'avait pas été appliqué. Les essais faits en 1857 par le comité général de l'*Union agricole de Bavière*, montrent également

qu'après la fumure d'un champ au moyen du carbonate ammonique, la production en grain et en paille avait diminué plutôt qu'augmenté, que le sulfate, le phosphate et le nitrate ammoniques n'avaient augmenté cette production que de quelques centièmes, tandis qu'une application de guano renfermant une quantité égale d'ammoniaque avait produit, sur le même champ, une récolte trois fois plus grande en grains et deux fois plus grande en paille que celle fournie par la parcelle fumée.

Il est évident que l'action si fertilisante du guano sur les champs en question était uniquement produite par les autres substances qui se trouvaient avec l'ammoniaque dans le guano; car, ainsi qu'on l'a remarqué, une quantité d'ammoniaque égale à celle que contenait le guano, appliquée, la même année, sur le même champ et à la même récolte, n'avait produit qu'un effet peu ou point remarquable.

Admettons qu'un champ renferme d'avance, en assez grande quantité, les substances qui se trouvent avec l'ammoniaque dans le guano, ou bien qu'on les lui procure d'une manière quelconque; en lui appliquant une fumure de sels ammoniacaux, il aurait produit autant que le guano lui-même, et plus qu'il n'aurait donné sans la coopération de l'ammoniaque. Seulement, dans un cas pareil, ce serait tirer une fausse conclusion que d'attribuer l'élévation des produits à la seule action de l'ammoniaque, et cela parce que, dans les années à récoltes abondantes, on aurait employé les sels ammoniacaux à l'exclusion de tout autre engrais.

Les expériences faites par Lawes, de 1844 à 1855, nous laissent au même point de vue des preuves réellement palpables. Il donna pour fumure à un champ de

froment 256 kilogr. de phosphate calcique et 100 kilogr. de silicate potassique par acre (40 ares, 467) pendant la première année, et seulement des sels ammoniacaux (le sulfate ammonique et le sel ammoniac), pendant les onze années suivantes. Il en retira, année moyenne, moitié plus en grain et en paille que sur un champ de même étendue, mais non fumé et également emblavé de froment pendant le même temps.

Ces résultats sont entièrement conformes à ceux qu'obtint Kuhlmann pendant les années 1844 à 1846, en fumant ses prairies avec des sels ammoniacaux.

Une prairie, fumée avec du sel ammoniac, lui fournit un surplus de produits évalué à 645 parties de foin pour 100 de sel ammoniac; et, la même année, une seconde parcelle, fumée avec le même sel, mais avec addition de phosphate calcique, produisit 1666 parties de foin pour 100 de sel ammoniac, soit 2 1/2 fois plus que sans phosphate calcique.

Une autre série d'expériences faites par Lawes démontre encore mieux l'importance des substances fixes, employées comme engrais, sous le rapport du rendement des récoltes et de la durée de la fertilité des campagnes.

Outre les deux champs dont nous avons parlé plus haut, Lawes en avait fumé un troisième, en douze ans, trois fois avec des substances minérales fixes et neuf fois avec des sels ammoniacaux; il était resté sans fumure pendant l'année 1846. Cette troisième parcelle avait ainsi reçu deux fumures ammoniacales de moins et trois fumures minérales de plus que le second champ.

Voici les produits que les trois champs ont donné par acre :

		Grain et paille.
I.	La parcelle non fumée produisit . . . Kil.	15539
II.	Une année, fumure minérale — onze ans, fumure avec des sels ammoniacaux	24669
III.	3 fumures avec des substances minérales. . . . 9 id. avec des sels ammoniacaux	25156

Quoique la troisième parcelle eût reçu au delà de 317 kilogr. de sels ammoniacaux de moins que la seconde, ses produits, loin de diminuer, augmentèrent à peu près de la valeur d'une demi-récolte.

Ces faits démontrent à l'évidence que, même sur un sol si riche en substances nutritives fixes pour les froments, qu'il a pu fournir, pendant douze ans et sans fumure, une récolte annuelle moyenne de 1295 kilogr. en grains et en paille; une forte addition d'ammoniaque n'a produit qu'une faible augmentation de produits, lorsqu'on n'avait pas remplacé les éléments fixes enlevés par les récoltes précédentes, tandis que le rendement était plus considérable lorsque cette restitution avait été effectuée. Ils montrent de plus que les sels ammoniacaux, employés comme fumure, avaient moins d'action au fur et à mesure que les principes nutritifs fixes augmentaient en quantité : la masse plus petite d'ammoniaque appliquée au troisième champ, loin de donner un produit proportionnellement moins élevé, donna un rendement total plus considérable que les grandes masses appliquées au second champ, qui n'avait reçu des substances minérales pour fumure que la première année.

On peut constater l'action d'une fumure faite avec des substances minérales fixes, en comparant les résultats obtenus par Lawes sur ses parcelles n°s II et III, pendant différentes années.

En 1850, la parcelle n° III avait reçu, pour la troisième fois, 136 kilogr. de carbonate potassique,

45 kilogr. de sulfate magnésique, 90 kilogr. de poudre d'os et 68 kilogr. d'acide sulfurique; on ne lui appliqua, pendant les cinq années suivantes, d'autre fumure que les sels ammoniacaux.

La parcelle n° II n'avait été fumée qu'une seule fois, en 1844, avec du phosphate acide de chaux et du silicate potassique; elle le fut avec des sels ammoniacaux pendant les onze années suivantes.

A partir de l'année 1850, les champs donnèrent les résultats suivants :

Production, en kilogrammes, de grain et de paille.

	1851.	1852.	1853.	1854.	1855.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
I. Parcelle non fumée.	1228.71	1114.49	803.78	1585.78	1297.30
II. Substances minérales fixes, en 1844, ensuite sels ammon. jusqu'en 1855 . .	2284.33	1862.93	1219.64	2634.5	1714.15
III. Substances minérales en 1844, 1848 et 1850, ensuite sels ammon. jusqu'en 1856 . .	2261.20	1887.88	1623 87	3176.56	2301.37
Ou bien : I.	1000	1000	1000	1000	1000
II.	1850	1630	1500	1690	1520
III.	1800	1690	2010	2000	1770

Comme on peut le remarquer, le champ n° III, auquel on avait appliqué en 1850 une forte fumure minérale, ne produisit pas, les deux années suivantes, une récolte plus abondante que le champ qui n'avait pas reçu le même surcroît d'éléments nutritifs. Un cultivateur inexpérimenté aurait pu conclure de là que ses champs étaient déjà assez riches en ces éléments et que ce serait une véritable profusion que de vouloir les remplacer dans le sol, puisqu'ils y existaient encore. Mais les essais continués avec persévérance, prouvèrent

combien eût été peu fondée une pareille conclusion ; ils montrèrent qu'aucune particule de ces substances n'était restée sans effet, que cet effet ne s'était fait sentir qu'après leur dissémination dans le sol ; ils montrèrent que ces mêmes substances, pour agir efficacement, avaient besoin d'un espace de temps bien plus considérable que si elles étaient données au sol sous forme de fumier, dans lequel les matières organiques constituent une véritable source d'acide carbonique, qui facilite considérablement la dissolution des éléments fixes et leur distribution dans le sol.

Ce ne fut que la quatrième année (1853), qu'on put reconnaître l'action des substances nutritives fixes par l'augmentation des produits, et leur présence se fit encore sentir très-clairement pendant la sixième.

Tandis que les sels ammoniacaux appliqués sur la seconde parcelle qui avait reçu une fumure minérale sept années auparavant, lui faisaient produire, en 1853, une récolte une et demie fois plus grande que celle du champ qui n'avait reçu aucune fumure, le produit de la troisième parcelle après une fumure faite avec les mêmes sels, se trouva doublé; en 1854, ce produit dépassa celui de la seconde de 31 pour cent et en 1855 de 45 pour cent.

Quant à la différence qu'offraient les deux champs de froment fumés avec des sels ammoniacaux, on ne peut guère lui assigner d'autre cause que celle-ci : l'un des deux était plus riche que l'autre en substances nutritives nécessaires à la végétation du froment, car il est bien certain que les produits des deux champs n'étaient pas en rapport avec la quantité d'ammoniaque qui leur avait été donnée.

Les substances nutritives fixes que la troisième parcelle s'était assimilées pendant l'année 1850, doivent

être considérées comme la cause principale de l'accroissement des récoltes de 1853 à 1855 ; on ne peut donc pas révoquer en doute que les mêmes substances nutritives données en 1854 à la seconde parcelle ($253^k,90$ de phosphate acide de chaux et $99^k,75$ de silicate potassique), n'avaient été aussi la cause principale de l'augmentation des récoltes qui a eu lieu sur cette parcelle pendant les onze années suivantes, comparativement à celles qui n'avaient reçu aucune fumure.

D'après les résultats donnés par des terrains d'une nature aussi identique que les champs d'expérience de Lawes, on ne doit pas s'imaginer que la troisième parcelle aurait pu porter, en 1853, 1854 et 1855, des récoltes plus abondantes que la seconde, si la somme de substances fixes qu'elle renfermait n'avait excédé celle que contenait la seconde pièce de terre. Si cette dernière somme, à son tour, n'avait pas été plus grande que celle de la parcelle non fumée, cette seconde pièce de terre ne l'aurait pas emporté sous le rapport de la bonté et de la durée de ses récoltes.

Il résulte encore de là que les produits de la parcelle non fumée étaient également en rapport avec la somme des substances actives contenues dans le sol ; si cette somme avait diminué, il y aurait eu aussi diminution sensible dans les produits. Par suite de l'accroissement de la quantité de ces substances fixes dans le second champ, les récoltes, favorisées par l'action des sels ammoniacaux, augmentèrent aussi ; une quantité encore plus considérable des mêmes substances sur le troisième champ eut pour résultat une récolte également plus abondante, bien que ce troisième champ eût reçu moins de sels ammoniacaux que le second.

D'après cela, il est encore évident que les produits,

ainsi que leur augmentation, dépendaient entièrement de la somme des principes fertilisants contenus dans les champs, et de la partie même de cette somme qui, par la coopération des sels ammoniacaux, devenait plus propre à l'absorption. Sans le secours des principes fixes que, dans les essais de Lawes, la seconde et la troisième parcelle avaient reçus, ces champs seraient arrivés, après un petit nombre d'années, à l'état où se trouvaient les champs de Schattenmann, sur lesquels une application de sels ammoniacaux n'avait nullement favorisé la production des céréales. Et lorsqu'avec l'aide des sels ammoniacaux ou du nitrate sodique, le produit d'un champ en grains et en paille se trouve augmenté, la cause principale de cette augmentation consiste en ce qu'une plus grande partie de la somme des principes nutritifs fixes contenus dans le sol s'y trouve à l'état absorbable et agit de cette manière avec efficacité; sans cette augmentation de solubilité, les sels ammoniacaux et le nitrate de soude n'auraient produit aucun effet.

Un champ qui, par suite d'une fumure faite avec ces sels, a donné des produits plus élevés pendant une ou plusieurs années, diminue en fécondité pour les récoltes suivantes, car il ne peut rester fertile qu'en conservant les conditions de sa fertilité, et celle-ci ne peut augmenter que lorsque ces conditions se trouvent en plus grand nombre. En provoquant un surcroît de récolte par les sels ammoniacaux et le nitrate sodique, on a enlevé au sol ses éléments qui se sont changés en grain et en paille, et, après la moisson, le champ en est devenu plus pauvre qu'auparavant.

L'expérience montre que les produits agricoles d'une même contrée sont fort différents les uns des autres, même si les champs qui les produisent possèdent une

quantité égale d'azote ou de matières organiques en décomposition. Une prairie donnera le double, le triple même de foin d'une autre prairie de même étendue, placée dans des conditions en apparence identiques. Un champ de trèfle produira trois et quatre fois plus qu'un autre champ de trèfle de même surface.

Les raisons de ces différences sous le rapport de la production sont pourtant toujours et partout les mêmes.

L'atmosphère fournit à deux champs d'égale superficie une même quantité d'acide carbonique et de substances ammoniacales, mais on recueille sur la surface du plus fertile, sous forme d'herbe ou de trèfle, deux, trois et même quatre fois plus de carbone et d'azote que sur celle de l'autre; il est donc clair que, dans ce cas, la cause de l'augmentation des produits n'est pas dans l'air, mais bien dans le sol.

Le champ le plus productif donnait aux plantes deux, trois et quatre fois plus que l'autre de substances nutritives minérales nécessaires à leur développement; il pouvait fournir plus de ces principes fixes, soit qu'il les contînt en plus grande quantité, soit qu'il les renfermât sous une forme plus propre à l'absorption.

Si nous supposons que, en un an, l'atmosphère procure une quantité d'ammoniaque double, triple et même quadruple de celle qu'il donne, en réalité, à deux prairies ou à deux champs de trèfle inégalement productifs, dont l'un renferme une plus grande somme de principes fixes que l'autre, et que les récoltes que l'on retire soient augmentées par là, le surcroît de production des deux champs sera toujours différent; celui du champ le plus fertile sera plus élevé que celui du champ dont la fertilité est moindre. Cette élévation se main-

tiendra toujours dans des proportions égales, car le rapport entre les conditions de fertilité du sol est resté le même dans les deux champs.

L'augmentation des produits d'un terrain au moyen de l'ammoniaque ou de ses sels implique nécessairement que les conditions favorables au surcroît de production ne manquent pas, et que les principes constitutifs du sol ont acquis plus d'efficacité et peuvent être absorbés plus facilement dans un temps donné.

La *production* et la *durée* des récoltes sont toujours et dans tous les cas en rapport avec la *somme* de substances nutritives fixes contenues dans le sol.

La quantité des produits est en rapport avec la *rapidité* de l'action des principes constitutifs du sol, dans un temps donné, c'est-à-dire avec la quantité de ces éléments que le sol cède annuellement aux plantes.

Donc, lorsqu'un champ renferme autant, et pas plus, de principes nutritifs fixes qu'il peut en abandonner, en cent années, à cent récoltes ordinaires de froment, sans qu'il soit nécessaire de les remplacer, il se peut qu'après ce laps de temps il soit encore assez riche pour produire un autre genre de récolte, mais, au point de vue agricole, il ne peut plus être considéré comme une terre propre à la culture du froment.

Lorsque nous cherchons à accélérer l'action des substances nutritives fixes par une préparation mécanique du sol plus parfaite, ou à l'aide d'agents chimiques tels que le nitrate de soude, le sel marin et les sels ammoniacaux, le champ produira peut-être, en cinquante ans, autant de grain et de paille qu'il en aurait produit sans ces moyens en cent ans, et il se trouvera épuisé pour la culture du froment en moitié moins de temps qu'auparavant.

En employant de pareils moyens, on ne gagne donc rien sous le rapport de la *quantité* de produits fournis par le sol ; on ne gagne que sous le rapport du *temps*.

Lorsque le cultivateur n'a pas sans cesse en vue les conditions dont dépend la durée de ses récoltes, lorsqu'il ne se fie qu'à l'efficacité de son travail et à l'emploi du nitrate de soude, des sels ammoniacaux et du sel marin, sans prendre soin en même temps de chercher à remplacer dans le sol les éléments constitutifs que lui enlèvent les récoltes, il spécule sur la richesse de ses terres, richesse qu'il ignore et sur laquelle personne ne peut le renseigner ; il s'approprie à l'avance le bénéfice qu'il aurait gagné infailliblement, quelques années plus tard, et la seule différence qui existe entre lui et les spéculateurs en actions de chemins de fer, c'est que notre cultivateur ou ses descendants portent inévitablement la peine de leurs folies, tandis que le spéculateur ordinaire s'y soustrait quelquefois, en la faisant subir à d'autres. — Il se peut que sur beaucoup de terres l'emploi si profitable en apparence de ces sortes de moyens dure longtemps, et que le cultivateur ne s'aperçoive pas du dommage qu'il encourt en négligeant de réparer les pertes faites par le sol, mais plus la durée de ce surcroît de production a été longue, plus la fin doit être prochaine.

SIXIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Des éléments nutritifs contenus dans l'atmosphère. — Distinction entre les plantes annuelles et les plantes vivaces, au point de vue de la nutrition et de la direction de l'assimilation. — Influence de la surface foliacée et de la durée de la végétation.

L'air ne contient qu'une quantité de substances nutritives fort petite comparativement à sa masse.

Si l'on imagine que toutes les molécules d'acide carbonique et d'ammoniaque éparses dans l'atmosphère viennent à se rassembler et à former une couche qui recouvre toute la superficie de notre globe, on verra que ces gaz, en leur supposant la densité qu'ils auraient à la surface de la mer, atteindraient, l'acide carbonique, une hauteur de $2^{m},50$ et l'ammoniaque gazeux 4 millimètres à peine. Tous deux sont incessamment enlevés à l'air par les plantes, et l'atmosphère en devient naturellement plus pauvre.

Supposons maintenant que la surface du globe ne soit qu'une immense prairie produisant annuellement 100 quintaux de foin par hectare, il faudrait vingt et un à vingt-deux ans aux herbes de cette prairie pour priver l'atmosphère de tout l'acide carbonique qu'elle contient, et alors toute vie devrait cesser; l'air aurait

cessé d'être nutritif pour les plantes, c'est-à-dire qu'une des conditions indispensables à leur développement leur manquerait. Dans la nature tout a été prévu, pour assurer la durée perpétuelle de la vie organique ; l'homme et les animaux tirent leur nourriture des plantes ; tout être vivant n'a qu'une existence passagère. Pendant la vie des animaux, les aliments qui l'entretiennent redeviennent ce qu'ils étaient primitivement ; les plantes et les animaux subissent aussi après leur mort un changement tout à fait semblable à celui qui a lieu dans l'acte de la nutrition : leurs éléments combustibles se transforment en eau, en acide carbonique et en ammoniaque. Ceux-ci étant gazeux de leur nature, se répandent de nouveau dans l'atmosphère, où ils servent à former et à développer une nouvelle génération.

En se plaçant au point de vue des éléments combustibles qui entrent dans l'organisation des plantes et des animaux, le maintien de la vie organique est, comme on le voit, étroitement lié au retour de ces conditions, pour l'accomplissement desquelles le Créateur a établi une circulation immense, à laquelle l'homme peut participer, sans que sa participation soit pour cela indispensable.

Là où le sol produit et développe des aliments sous forme de grains ou de fruits, se trouvent des hommes et des animaux qui consomment ces aliments, et qui, par une loi impérieuse de la nature, celle de leur propre conservation, les transforment de nouveau dans ces principes nutritifs primitifs.

L'air n'est jamais à l'état de repos ; il possède constamment un mouvement ascendant et descendant, même quand aucun souffle de vent ne se fait sentir ; ce qu'il a perdu en substances nutritives, il le reprend

immédiatement ailleurs, à des sources qui ne tarissent jamais.

Il existe une différence remarquable entre les plantes vivaces et les plantes annuelles, sous le rapport de l'absorption de la nourriture et de la manière dont elle est utilisée. En effet, supposons que la faculté de s'emparer des substances nutritives et de les transformer en éléments de leur organisme, soit la même pour les diverses espèces de plantes, toujours est-il qu'il existe une différence par rapport au temps dont elles ont besoin pour leur existence : ainsi, pour atteindre son maximum de développement pendant la courte durée de sa vie, la plante annuelle doit absorber beaucoup plus que la plante bisannuelle, et celle-ci plus que la plante vivace.

Les conditions favorables à la vie des végétaux agissent de la même manière sur les plantes vivaces, seulement les variations accidentelles et passagères de température n'influent pas au même degré sur leur développement. Si elles se trouvent dans des conditions défavorables, leur croissance n'est entravée que sous le rapport du temps; elles peuvent attendre le retour de conditions meilleures. Mais la plante annuelle, au lieu de ne rencontrer qu'un temps d'arrêt dans son développement, atteint bientôt les limites de son existence et finit par mourir.

Les plantes vivaces, au commencement de leur végétation, dirigent surtout leurs facultés végétatives vers le développement de leurs racines ; les substances nutritives atmosphériques, absorbées par les feuilles, servent à l'extension de leurs organes souterrains, au moyen desquels elles puisent leur nourriture. (Cela se remarque surtout dans les végétaux arborescents, qui, dans

les premiers temps, paraissent se développer si lentement, mais qui le font plus tard avec tant de rapidité.) Lorsque les racines des plantes vivaces ont atteint une certaine longueur, on voit leurs tiges croître, leurs branches, leurs pousses et leurs feuilles augmenter en nombre, et cela dans des proportions bien autrement grandes qu'au commencement.

Pendant le développement des plantes annuelles, les substances nutritives prennent en même temps deux directions pour la formation des pousses, des racines et des feuilles; elles sont pour cela, eu égard à la quantité que la plante doit recevoir, beaucoup plus dépendantes de la nature du sol et des influences atmosphériques que les plantes vivaces; le développement de toutes les parties d'une plante annuelle dépend entièrement d'un espace de temps déterminé et relativement court, et sa croissance n'est complète que lorsque les conditions extérieures sont aussi avantageuses que l'état du terrain sur lequel on la cultive.

Pour les plantes vivaces qui forment les gazons et les herbes des prairies, la formation des pousses souterraines est de la plus grande importance. En effet, elle maintient la végétation, elle paraît surtout nécessaire dans la plupart des circonstances où le défaut de substances nutritives ou bien toute autre cause porte préjudice aux végétaux annuels. Des plantes que contient une pièce de gazon dans une prairie très-fournie, bien peu poussent des tiges; la plupart ne développent que des touffes de feuilles, plusieurs même se contentent de pousser des jets souterrains. Une contrée doit l'aspect qu'elle présente aux végétaux vivaces, qui prennent possession du sol partout où l'homme n'y met pas obstacle. Une certaine étendue de forêt abattue se recouvre, dès

l'année suivante, de plantes dont plusieurs (par exemple, le framboisier) donnent, la même année, des fleurs et des fruits qui, par conséquent, ne proviennent pas de semis ; mais leurs racines croissent sous terre pendant une série d'années, jusqu'à ce que ces plantes soient à la fin parvenues à réunir les conditions nécessaires à leur développement complet.

C'est là-dessus qu'est basée la durée de la végétation de nos prairies : la garantie de leur production, n'importe la température et l'état du sol, repose sur le grand nombre de plantes qui se sont maintenues à un degré de développement peu avancé.

Pendant qu'une plante prend ainsi un développement extérieur, fleurit et produit de la semence, une seconde et une troisième réunissent, un peu plus bas, les conditions d'une prospérité analogue ; si la première semble vouloir disparaître, elle fait place à la seconde ou à la troisième, jusqu'à ce qu'elle se retrouve de nouveau dans des conditions favorables à son existence. Une application de cendres sur une prairie y fait pousser des plantes de la nature du trèfle ; la poudre d'os traitée par l'acide sulfurique y développe le ray-grass français en touffes épaisses, et les places où cette dissolution n'a pas pénétré ne montrent pas la moindre tige de cette plante fourragère.

La prévoyance admirable de la nature a assuré la durée des plantes qui couvrent constamment le sol d'un tapis de verdure ; elle l'a assurée par la succession et le changement des espèces, et, dans la culture des plantes annuelles qui servent à la nourriture des hommes et des animaux, l'agriculteur, en changeant les plantes sur le même champ, ne fait que se soumettre à une loi de la nature.

L'espace d'où les plantes vivaces tirent leur nourriture s'agrandit tous les ans; lorsque leurs racines sont dans une place où elles ne trouvent que peu de substances nutritives, elles en atteignent bientôt une autre qui leur fournit ce dont elles ont besoin.

La plante annuelle perd chaque année ses racines; la plante vivace conserve les siennes toujours prêtes à absorber leur nourriture en temps opportun; plusieurs conservent aussi leur tige dans laquelle s'amassent toutes les parties nutritives non encore absorbées, et qui doivent servir aux besoins futurs des feuilles et des bourgeons; aussi ces plantes prospèrent-elles sur un sol relativement pauvre, sur lequel les plantes annuelles auraient besoin que la main des hommes leur présentât un supplément de nourriture.

Les plantes annuelles ne peuvent se succéder sur la même terre, sans finir par l'épuiser. Dans les rotations de culture, on fait avantageusement succéder les plantes vivaces aux plantes annuelles, et réciproquement.

Une plante annuelle dépend d'autant moins de ce que peuvent lui fournir les substances nutritives contenues dans l'atmosphère, qu'elle se rapproche davantage, par sa nature même, des plantes vivaces. Tant qu'une plante produit de nouvelles feuilles, elle possède toujours la faculté de puiser dans l'air l'acide carbonique et l'ammoniaque, et plus elle puise ainsi dans l'atmosphère, moins elle doit enlever à la terre de ces éléments.

Une plante de pois, qui pousse des feuilles et des fleurs nouvelles au moment où sa semence est en pleine maturité, enlève à l'atmosphère les éléments combustibles en plus grande quantité que la plante de froment, dont les feuilles et la tige se flétrissent après la floraison et pendant que le grain mûrit, et perdent ainsi leur

faculté de puiser dans l'air la nourriture dont elles ont besoin.

C'est ce qui explique pourquoi certaines plantes qui ont reçu en temps convenable une fumure de matières organiques, dont la décomposition procure aux racines l'acide carbonique et l'ammoniaque, deviennent plus fortes et produisent plus de grains que d'autres dont la production est à peine stimulée par les mêmes agents.

La même surface de terrain, portant des récoltes de nature différente, produit des quantités également différentes du corps simple qui forme l'élément constitutif de la chair et du sang, c'est-à-dire de l'azote. On remarque que la quantité d'azote produite par un champ sous la forme de grains et de paille de seigle, étant représentée par 100, on en récoltera sur la même superficie :

114 par l'avoine,
118 — le froment,
270 — les pois,
590 — le trèfle,
470 — les turneps.

Ainsi, dans une culture agricole, les pois, les fèves et les plantes fourragères produisent plus d'azote que les céréales; les pois et les fèves produisent deux fois plus, le trèfle et les turneps trois ou quatre fois autant de viande et de sang que le froment. Le trèfle et les navets peuvent, sur bon nombre de terrains, donner d'aussi beaux produits, sans recevoir de fumure azotée. On augmente encore la production du trèfle en lui appliquant des cendres, et celle des betteraves par l'emploi de la poudre d'os traitée par l'acide sulfurique.

Dans la culture, le fumier riche en azote se montre particulièrement favorable aux céréales, quoique, sur

beaucoup de terres, il active également la végétation du trèfle et des plantes-racines. En général, la réussite des plantes fourragères sur les terres qui n'ont pas reçu de fumure azotée, prouve que l'utilité ou la nécessité d'une telle fumure pour les champs emblavés en céréales, ne peut avoir pour cause un tarissement des sources naturelles de l'azote et ne peut être expliquée par le motif que ces éléments auraient fait défaut aux céréales. La colonne d'air qui se trouve au-dessus d'un champ de trèfle ou de froment présente à celui-ci autant d'acide carbonique et d'ammoniaque qu'au trèfle, et le même sol qui n'avait procuré au cultivateur qu'une petite quantité d'azote sous forme de grains et de paille, lui rend trois et quatre fois plus d'éléments azotés lorsqu'on y cultive des plantes fourragères. La source où la plante de trèfle puise l'azote dont elle a besoin, était également ouverte pour la plante de blé; et, si la première y a trouvé le double ou le triple, la seconde ne peut pas en trouver trop peu.

Il est tout à fait certain qu'un sol dont la production en grains a été médiocre, n'en produira pas davantage à l'avenir, même si on lui applique de riches fumures ammoniacales. — La non-réussite du grain a une tout autre cause, que l'on doit rechercher dans l'état du sol.

D'un autre côté, on ne peut pas révoquer en doute que deux terres, également riches en substances nutritives fixes, ne sont pas néanmoins également fertiles en grains, si l'une des deux renferme plus que l'autre de substances organiques riches en carbone et en azote; celle qui en contient le plus donne les plus beaux produits en grains et en paille. De deux champs qui ont reçu une même quantité de substances nutritives fixes, si l'un trouve dans les matières organiques une source

d'acide carbonique et d'ammoniaque, et que l'autre n'en trouve pas, le premier donnera généralement des produits plus élevés que le second.

Ce surcroît de produits a lieu dans les mêmes proportions pour les céréales que pour les autres plantes annuelles dont les feuilles et les racines ne se développent que lentement, et il est facile de comprendre la raison pour laquelle un concours de matières organiques et azotées est nécessaire.

La cause en est évidemment que la quantité de produits riches en azote qui peuvent être récoltés sur une certaine surface, est dans un rapport intime avec la surface extérieure des feuilles et généralement avec tous les organes absorbants; elle est également proportionnée à l'espace de temps pendant lequel ces organes fonctionnent.

Ainsi, en prenant deux plantes ayant la même durée de végétation, si l'une possède des feuilles d'une surface double de celles de l'autre, elle puisera *dans l'air* une quantité d'azote également double.

Considérons maintenant deux autres plantes, ayant la même surface foliacée et dont la végétation est d'une durée différente. Celle dont la faculté d'absorption, toutes conditions égales d'ailleurs, se maintient le plus longtemps, donnera les produits les plus abondants. — En fumant les terres avec des engrais riches en azote, le cultivateur exerce une influence immédiate sur ses récoltes, et l'action de l'azote de cet engrais est inversement proportionnelle à la surface absorbante des feuilles et des racines et à la durée de végétation de la plante cultivée.

Quant aux plantes dont les feuilles sont de dimensions plus grandes (comme les pois et les plantes-racines) ou celles dont la végétation dure plus longtemps (comme

les herbages et le trèfle), l'action qu'exerce sur elles l'azote contenu dans les engrais est bien inférieure à celle qu'il exerce sur les céréales. L'ammoniaque, comme élément nutritif, est nécessaire à tous les végétaux, mais, au point de vue agricole, sa présence dans les engrais n'est pas nécessaire pour toutes les plantes cultivées.

L'expérience a appris au cultivateur à faire dans ce cas une différence : il ne fume pas, en règle générale, un champ de trèfle avec des matières riches en azote, parce que la récolte de trèfle ne se trouvera pas pour cela améliorée, au lieu qu'en appliquant la même fumure à ses champs de blé, elle y produira un effet favorable.

Voilà pourquoi le cultivateur utilise les plantes fourragères comme un moyen de donner à ses terres à céréales un plus grand degré de fertilité.

Les plantes fourragères qui réussissent sans engrais azotés, ramassent dans le sol et condensent dans l'atmosphère, sous forme de principes essentiels du sang et de la viande, l'ammoniaque que ces deux sources peuvent lui fournir ; les mêmes plantes, ainsi que le trèfle et les plantes-racines, entretiennent ses bêtes à cornes, ses moutons et ses chevaux, dont les excréments solides et liquides lui rendent, sous forme d'ammoniaque ou de principes azotés, l'azote condensé dans ces aliments et, par suite, un supplément d'azote ou d'engrais azoté, qu'il peut appliquer à ses champs de blé.

L'azote employé par l'agriculteur pour engraisser ses champs, provient toujours de l'atmosphère. Tous les ans, le cultivateur enlève, sous forme de bétail, de grain, de lait et de fromage, une certaine quantité de cet azote ; toutefois son capital d'azote se maintient et augmente

même, si, par la culture de plantes fourragères, convenablement dirigée, il a soin de restituer ce qu'il a pris.

Dans les zones tempérées, ce sont ordinairement les plantes annuelles qui servent à la nourriture de l'homme, et c'est le devoir du cultivateur de faire produire à ses champs autant de nourriture pour l'homme, sous forme de plantes annuelles, qu'il peut en obtenir, pour les animaux, sur une surface équivalente, au moyen de plantes vivaces. La nature prend soin des animaux parce qu'ils ne peuvent se soigner eux-mêmes, mais l'homme, afin d'assurer son existence, a reçu le pouvoir de forcer les lois de la nature à satisfaire tous ses besoins.

La meilleure terre à céréales qui a reçu une fumure, ne produit pas, en somme, plus de sang et de viande qu'une bonne prairie qui n'a reçu aucun engrais azoté; la première même, n'étant pas fumée, est, sous le rapport de la production, bien inférieure à la seconde.

Ce qui manque aux céréales sous le rapport du temps, pendant qu'elles puisent aux sources naturelles leurs principes nutritifs atmosphériques, pour pouvoir produire le plus possible de grains et de paille, ce que les feuilles clair-semées ne peuvent tirer de l'air pendant la courte durée de leur végétation, le cultivateur le fournit à la plante par la voie de ses racines.

Ce que les plantes fourragères absorbent, en huit mois, de principes nutritifs atmosphériques, et ce que la plupart des végétaux cultivés, dont la période d'absorption est limitée à quatre ou cinq mois, ne peuvent recevoir de l'air, le cultivateur y supplée par des engrais, et il fait en sorte que les céréales absorbent et s'assimilent, pendant leur courte existence, autant d'azote que les plantes fourragères en puisent aux sources naturelles.

L'action des engrais riches en azote et les avantages qu'ils procurent en certains cas, s'expliquent par ceci : aux plantes dont les feuilles et les racines acquièrent peu de développement et dont la végétation dure peu de temps, le cultivateur fournit de l'engrais en quantité d'autant plus grande, qu'elles ont moins de temps pour puiser à leurs sources naturelles. Le cultivateur ne procure pas toujours à ses champs l'azote avec lequel il favorise la production des céréales, sous forme d'ammoniaque, forme sous laquelle il se trouve dans les excréments déjà décomposés des hommes et des animaux. Il fait aussi un usage fréquent d'autres substances riches en azote, telles que la corne, les rognures de corne, le sang desséché, les os frais, les tourteaux pulvérisés, etc.

Nous savons que ces substances, de même que toutes les matières azotées provenant des animaux et des plantes, se décomposent peu à peu dans le sol et que leur azote se transforme en acide nitrique et en ammoniaque, que le sol arable finit par absorber et par s'assimiler complétement.

Dans tous les cas où l'ammoniaque exerce par elle-même une influence favorable sur les récoltes, l'action de ces substances, eu égard à l'azote qu'elles contiennent, ressemble entièrement à celle de l'ammoniaque ; seulement elle dure plus longtemps, parce que ces substances ont besoin d'un certain temps pour transformer leur azote en ammoniaque, suivant la facilité de leur décomposition dans le sol ; la chair et le sang desséchés, de même que les parties azotées de la poudre de tourteau, agissent avec plus de rapidité que la gélatine des os, et celle-ci, à son tour, est plus active que la corne ou les rognures de corne.

APPENDICE

A LA SIXIÈME LETTRE.

Dans une culture de peu de durée, dans la plantation d'une espèce ou d'un petit nombre d'espèces réunies, il faut essentiellement avoir égard à la nature de celles-ci : il n'en est pas ainsi pour les prairies. De même que les hêtres isolés recouvrent un large espace par leurs branches touffues qui se développent jusque près du sol, tandis que ces mêmes arbres, croissant en société et les uns contre les autres, ne s'étendent qu'en hauteur, et ne se couvrent de rameaux et de feuilles qu'à leur cime ; de même, dans les prairies naturelles, les herbes s'assujétissent, pour ainsi dire, les unes aux autres, et modifient leur port, afin de se plier aux exigences de la nécessité.

Les herbes qui se prêtent difficilement à cette concession, comme, par exemple, le *Holcus lanatus*, conviennent conséquemment peu pour les prairies, tandis que d'autres, qui croissent généralement en touffes épaisses, comme le *Dactylis glomerata* et même l'*Aira cæspitosa*, ne développent de longues hampes isolées que dans les plus mauvaises prairies.

Au printemps de 1857, j'examinai une pièce de gazon

nouvellement formée, et couverte d'une herbe très-fine et très-serrée : ce gazon se trouvait au bord d'un fossé destiné à l'écoulement des eaux d'une grande prairie. Je trouvai sur 11,85 pouces carrés de Hesse, 265 individus : tandis qu'une partie d'un gazon plus ancien, pris sur la prairie même, contenait, sur 94,4 pouces carrés, 210 graminées et 12 autres plantes. Une autre pièce, de 13,2 pouces carrés, contenait 150 graminées et 25 autres espèces de plantes.

Ces chiffres élevés me donnèrent la conviction que je ne me trompais pas en admettant qu'il n'y a qu'une petite partie des éléments d'une prairie qui se développe tous les ans, et que les espèces changent avec les conditions de l'atmosphère et du sol, opinion que Haer indique comme étant celle de quelques auteurs, et que Schwerz paraît aussi avoir formulée.

Beaucoup de plantes, comme on le sait, peuvent se maintenir pendant plusieurs années au degré le plus bas de leur végétation par le développement de leur rhizome, lorsqu'une des conditions de leur croissance vient à manquer. Il en est ainsi, par exemple, quand l'ombre devient trop profonde dans une forêt, ou quand, dans une éclaircie, la lumière devient trop vive. Ces plantes attendent alors le retour de conditions moins défavorables.

C'est pour cela que des terrains déboisés se recouvrent *immédiatement* de plantes vivaces, de framboisiers, par exemple, qui nécessairement ne proviennent pas de graines. J'ai démontré que ce cas est très-fréquent, qu'il n'a pas seulement lieu là où il y a eu de véritables bouleversements, mais qu'il se présente surtout pour les herbes de nos prairies, et qu'il est de la plus haute importance pour ces dernières.

Tout le monde sait qu'une application de cendres fait pousser le trèfle (qui, comme l'herbe, ne fleurit pas la première année), et qu'après une fumure, d'autres espèces se développent dans les prairies. J'ai remarqué qu'une fumure de phosphate acide de chaux provoque le développement presque exclusif du *ray-grass* français (*Arrhenaterum avenaceum*) : et tandis que les parties fumées nous présentent cette plante dans l'état le plus luxuriant, les places qui n'ont pas reçu cet engrais n'en montrent çà et là que de rares tiges isolées.

J'ai examiné la végétation des prairies à l'époque de la pousse des chaumes. Les mottes de gazon étaient soigneusement levées et mesurées : on les lavait ensuite à l'eau pour enlever la terre, et l'on obtenait ainsi un feutre serré, formé par l'enchevêtrement des racines; après cela, on comptait les individus.

Voici les résultats, pour 1 pied carré de Hesse :

1. Prairie arrosée près de Zerby : endroit sec : plantes prédominantes : *Bromus mollis* et *Arrhenaterum avenaceum*. — Morceau employé, 22 pouces carrés. 472 plantes, 36 chaumes.
2. Ibid. : place humide : prédominantes : *Glyceria fluitans*. — Morceau employé, 20 p. c. 1230 plantes, 20 chaumes.
3. Prairie sèche, non arrosée, près de Tehlheim, fumée : prédominantes : *Agrostis alba* et *vulgaris*. — Morceau employé, 56 p. c. 668 plantes, dont 601 graminées, 67 autres. — Chaumes 66. Les plantes des autres familles étaient : *Lysimachia nummularia*, *Bellis perennis*, *Veronica chamædris*, *Ranunculus*, *Rumex*.
4. Prairie arrosée, près de Tehlheim : présentant un peu de mousse : prédominantes : *Poa trivialis*,

Testuca pratensis, *Avena flavescens*, *Testuca rubra*, *Agrostis vulgaris*. — Morceau employé, 55, 25 p. c. 730 plantes, 125 chaumes; 584 graminées, 182 autres plantes. Celles-ci étaient : *Plantago*, *Daucus*, *Veronica*, *Rumex*, *Ranunculus*, *Chrysanthemum*, *Trifolium repens*, *Lathyrus*.

5. Prairie près de Balsbach (Odenwald), examinée par Pierre Krenz, de Balsbach : prédominantes : *Agrostis stolonifera* et *Anthoxanthum odoratum*. — Morceau employé, 1 pied carré. 1176 plantes, 1070 graminées, 56 trèfles, 50 autres. — Chaumes 58.

6. Id. ibid. : prédominantes : *Lolium perenne*, *Testuca pratensis*, *Dactylis conglomerata*. — Morceau employé, 1 pied carré. 790 plantes, 710 graminées, 80 autres.

7. Id. ibid. : prédominantes : *Testuca rubra*, *Agrostis stolonifera*, *Anthoxanthum odoratum*, *Cynosurus cristatus*. — Morceau employé, 1 pied carré. 920 plantes, 800 graminées, 120 autres. — Chaumes 14.

Pour les n°s 5, 6 et 7 on a employé chaque fois tout un pied carré, ce qui est un travail très-pénible, et par suite, très-digne d'éloges. L'expérimentateur ajoute : « Nous avons séparé chaque plante avec beaucoup de soin, et, pour ne pas nous tromper, nous faisions des paquets de dix, dont nous formions ensuite des centaines, etc. »

8. Prairie non arrosée de la cure de Hohenstein ; sèche et couverte de mousse : examinée par le pasteur. Prédominantes : *Alopecurus*, *Dactylis*, *Arrhenaterum avenaceum*. — Morceau employé, 9 p. c., ce qui fait, sur 1 pied carré de Nassau : 1040 plantes, dont 832 graminées, 80 trèfles, 128 autres (chau-

mes 208). Celles-ci étaient : *Plantago*, *Leontodon, Veronica, Lysimachia nummularia.*

9. Prairie sèche non fumée, près de Tehlheim ; couverte de mauvaises herbes. — Morceau employé, 60 p. c., ce qui fait, sur 1 pied carré de Hesse, 379 plantes, dont 276 graminées et 103 autres (chaumes). Celles-ci étaient : *Plantago, Prunella vulgaris, Bellis, Ranunculus, Hieracium, Veronica, Carex.*

Sinclair trouva sur 1 pied carré anglais = 1 1/2 pied carré de Hesse :

Prairie naturelle très-riche, à Endsleigh	1000 pl.	940 gram.	60 autres.
— vieille, et riche Croftchurch	1090 —	1052 —	58 —
— vieille, Wobarn	910 —	880 —	30 —
— — sol humide ; mousse.	634 —	510 —	124 —
— arrosée	1798 —	1702 —	96 —

Si nous comparons les chiffres que j'ai trouvés avec ceux de Sinclair, en les rapportant à la même unité, nous trouvons :

Hanstein.	Sinclair.
—	—
1230	1200
1176	—
920	—
790	726
730	—
668	666
472	606
379	425

c'est-à-dire un accord aussi parfait que possible.

Ces résultats sont de la plus haute importance ; ils garantissent le produit, expliquent la durée des prairies naturelles, et font que, dans les climats tempérés, ni la chaleur, ni le froid ne peut les détruire, mais qu'elles ressemblent à une table toujours servie.

Ce grand nombre de plantes qui restent à leur première phase de développement, sort de ce sommeil quand l'époque d'un développement ultérieur est arrivée. C'est alors que les plantes altières sont remplacées par d'autres plus modestes, jusqu'à ce que les conditions d'une croissance plus parfaite soient revenues pour les premières. (H. HANSTEIN, *Zeitschrift f. d. Landw.*, IX année, p. 270.)

SEPTIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Influence de l'époque à laquelle se fait une fumure sur l'effet que celle-ci produit. — Conditions nécessaires à la floraison et à la formation de la semence. — Action chimique des principes nutritifs sur les plantes. — Maladies occasionnées par cette action dans les plantes : moyen de les guérir.

Les recherches de Kuhlmann, de Schattenmann et de Lawes nous apprennent toutes que les sels ammoniacaux exercent une influence favorable principalement sur le développement des feuilles et des tiges; et si cette influence s'étend de la même manière aux organes souterrains et aux racines, on peut en conclure que l'action de l'ammoniaque favorise et entretient le développement des organes au moyen desquels a lieu l'absorption des substances nutritives, et que ces sels employés en temps convenable augmentent le nombre des feuilles et des radicelles.

Cette circonstance explique l'effet favorable produit au printemps sur la végétation par l'application d'engrais riche en ammoniaque, tandis que, dans des conditions d'ailleurs identiques, l'influence des mêmes engrais est fort peu sensible en été.

Lorsque les plantes ont acquis, pendant la première

période de leur végétation, un nombre suffisant de feuilles et de radicelles, et que les autres substances nutritives ne manquent pas dans le sol, une nouvelle addition d'ammoniaque n'est pas d'une grande utilité pour le développement des plantes, car leurs feuilles peuvent dès lors absorber dans l'air et s'assimiler tous les principes azotés nécessaires à la formation des graines. Pendant l'été, l'air est plus riche en humidité que pendant un printemps froid, et comme, d'après les recherches les plus exactes, la quantité d'ammoniaque contenue dans l'air est en rapport avec la température de celui-ci et l'humidité qu'il renferme, les plantes, d'après ce principe, trouvent dans l'atmosphère beaucoup plus d'ammoniaque en été qu'au printemps. On peut donc établir la règle que, pendant la saison froide de l'année, les végétaux ont besoin de trouver dans le sol une plus grande quantité d'ammoniaque que dans les saisons plus chaudes, ou, en d'autres termes, qu'une application d'engrais riches en azote, faite au printemps, est pour les végétaux de la plus grande utilité.

L'expérience a généralement démontré, en Angleterre et en Écosse, que les phosphates ne suffisent pas toujours pour assurer de bonnes récoltes de navets; ceux qui sont semés en mai doivent avoir une bonne fumure d'engrais ammoniacaux, au lieu que ceux que l'on sème en juin réussissent avec les phosphates employés seuls, aussi bien qu'avec l'ammoniaque.

On peut aisément déduire de là dans quelles circonstances l'ammoniaque employé seul n'exerce qu'une action nuisible. En effet, si les engrais ammoniacaux favorisent et prolongent même la croissance des choux-cabus, ils contrarient en même temps le dévelop-

pement des racines des turneps ; ceux-ci, dans tous les endroits où des tas de fumier ont séjourné, ne produisent que des feuilles en abondance, au lieu que la bette, placée dans les mêmes conditions, pousse des racines vigoureuses ; l'époque de la floraison de cette plante s'en trouve retardée.

Pour qu'une plante fleurisse et produise des grains, il paraît nécessaire, chez plusieurs, que le développement des feuilles et des racines atteigne certaines limites, un point d'arrêt. A partir de ce moment, la végétation semble porter sa plus grande activité dans une autre direction, et les sucs de la plante, lorsqu'ils ne doivent pas servir à la production de nouvelles feuilles ou radicelles, servent à la formation des fleurs et des semences.

Le manque de pluie et, partant, le manque d'absorption de substances nutritives, limite le développement des feuilles et hâte la floraison chez un grand nombre de plantes. Un temps sec et froid accélère la formation des graines. Dans les climats chauds et humides, les céréales semées en été ne produisent que peu ou point de grains, et les plantes-racines montent en fleurs et en graines bien plus facilement sur un sol pauvre en ammoniaque, que sur un autre qui en contient une grande quantité.

Lorsqu'il se sert d'engrais riches en azote, le cultivateur doit toujours avoir devant les yeux le but qu'il veut atteindre ; quand on veut engraisser et tenir en bonne santé un animal, on a soin de ne pas lui donner plus de nourriture qu'il ne peut en digérer : ainsi doit-on agir envers une plante.

L'engrais doit toujours être tel, qu'il puisse offrir à la plante une nourriture convenable à chaque période de sa croissance. Les plantes dont la végétation dure long-

temps n'ont aucun besoin d'engrais azotés, ou en ont beaucoup moins besoin que celles dont la végétation ne dure que peu de temps. Pour celles-ci, dont le développement se fait avec force et rapidité, et dont la période de végétation est très-courte, les engrais concentrés sont préférables à ceux qui ne cèdent que lentement leurs principes fertilisants. Dans les pays secs, les froments réussissent après les trèfles et sans qu'il y ait besoin de fumure; au lieu que ceux que l'on sème au printemps profitent considérablement par suite de l'emploi du guano du Pérou et du nitrate de soude.

En cultivant successivement la même plante sur le même champ, on n'empêche pas pour cela le champ de produire cette plante, s'il est richement pourvu de toutes les conditions chimiques nécessaires au développement de celle-ci et s'il possède également les propriétés physiques voulues. Lorsqu'une plante, après sa deuxième ou troisième année de culture sur la même terre, vient à ne plus réussir, la cause n'en dépend pas nécessairement d'un manque dans les conditions nécessaires à son existence, conditions dont nous avons supposé la présence, mais plutôt dans un concours de causes nuisibles à son développement normal.

Toutes les matières nutritives des végétaux sont des composés chimiques qui, en vertu de leurs propriétés chimiques, exercent une certaine action sur la substance même des cellules et sur les parties les plus déliées des feuilles et des racines au moyen desquelles les végétaux absorbent leur nourriture; leur action chimique s'accroît avec leur quantité, et, lorsqu'ils sont offerts aux plantes dans certaines proportions, celles-ci se flétrissent et finissent par mourir.

Dans une atmosphère qui renferme d'ammoniaque

libre au delà de certaines limites, voir même des traces, beaucoup de plantes périssent comme atteintes d'un souffle empesté; l'action de l'acide carbonique est la même, quoiqu'à un moindre degré ; d'autres meurent dans un sol qui reçoit seulement de faibles solutions d'alcalis libres ou de sels alcalins.

Nous trouvons dans la nature cette disposition admirable qui fait que le sol arable, au moyen de ses propriétés chimiques et physiques, empêche l'action chimique des substances nutritives sur les racines. L'ammoniaque libre, les alcalis et les terres alcalines également libres entrent en combinaison avec le sol, et perdent, avec leur faculté de se dissoudre, leur caractère chimique nuisible aux plantes ; celles-ci choisissent alors ce qui leur est nécessaire pour leur entretien, sans en être empêchées par quelque influence étrangère, qui puisse nuire à leur développement.

Il est clair que le sol doit posséder cette neutralité chimique comme une condition nécessaire au bon état des végétaux et à la fonction régulière de leurs racines. Pour les différentes espèces de plantes, ces conditions sont d'une nature différente; les unes ont besoin des principes fixes contenus dans les eaux de source fraîches, d'autres ne réussissent que dans les marais, d'autres aiment des terres riches en carbone ou en acides, d'autres encore ne prospèrent que sur des champs qui possèdent un excès de terres alcalines.

La culture elle-même change le caractère du sol, non-seulement pour autant qu'on lui enlève dans une récolte une certaine partie de ses principes actifs, mais surtout parce qu'il reçoit, en grandes proportions, des substances riches en carbone et en azote dans les débris de racines que lui abandonnent certains vé-

gétaux. La richesse du sol en matières organiques paraît être pour beaucoup de plantes une cause de maladie et même de mort. Plusieurs plantes-racines, le trèfle également, cessent de prospérer sur un sol pareil, plusieurs gramménies y meurent au bout de quelque temps.

On a souvent remarqué en Angleterre que les turneps, cultivés sur la même terre à des intervalles trop rapprochés, sont atteints d'une maladie particulière et qui se déclare par un développement extraordinaire des racines. Au lieu d'obtenir des racines tubéreuses et charnues, pesant quelquefois plusieurs livres et envoyant quelques radicules dans le sol, on ne trouve qu'une plante formée d'un grand nombre de racines raides et droites, d'une consistance dure et ligneuse, et ayant la moitié de l'épaisseur du doigt. Cette maladie, qui doit être attribuée à l'état dans lequel se trouve le sol, disparaît après une application énergique de chaux éteinte; mais il est certain que l'action de la chaux ne se fait pas sentir parce que la terre en manque, car, lorsqu'on l'emploie avec d'autres engrais au moment des semailles, son effet est nul; il n'est même visible qu'après un ou deux ans. Pour que la chaux apporte un changement favorable à la composition du sol, il faut qu'elle pénètre à une certaine profondeur, ce qui exige un temps considérable.

Au moyen d'une seule fumure avec du phosphate acide de chaux, et en s'abstenant complétement d'engrais organiques, Lawes est parvenu à cultiver des turneps pendant neuf années consécutives, et a même obtenu, la neuvième année, une récolte de 187 quintaux de racines.

Un sol arable, riche en matières organiques, cède à l'eau de pluie qui le pénètre lentement une matière qui

la colore en brun et lui communique quelquefois une réaction acide. En mêlant cette substance organique avec un peu de chaux éteinte, elle cesse d'être soluble dans l'eau et ne peut plus en conséquence se disséminer dans le sol. La chaux décompose les substances organiques, et sa présence change la putréfaction nuisible aux plantes en un autre mode de décomposition qui leur est avantageux.

Lorsqu'un sol est riche en silicates et qu'il renferme des matières organiques, l'eau qui filtre à travers ce sol dissout une quantité d'acide silicique hydraté beaucoup plus grande que celle qu'elle peut en contenir pour certaines plantes, surtout pour l'absorption par les racines. Cette propriété, la chaux la fait disparaître, son action directe sur les silicates met de la potasse en liberté et rend celle-ci propre à se répandre dans le sol. Le sainfoin prospère et végète longtemps sur les campagnes riches en chaux. Il est certain que celle-ci n'est pas nécessaire au sainfoin dans un terrain de cette nature, parce qu'il aurait besoin, pour vivre, d'une plus grande quantité de chaux que les autres plantes qui réussissent sur des terres bien plus pauvres en chaux ; mais il faut rechercher la cause de la nécessité de cet excès de chaux en ce que celle-ci fait disparaître certains principes nuisibles, qui, à cause du temps considérable pendant lequel on a cultivé cette plante sur le même champ, s'accumulent petit à petit dans le sol.

On comprend aisément que dans un grand nombre de cas où les mêmes plantes refusent de prospérer sur le même sol, la cause dont nous avons parlé ne produit pas seule cet effet, mais encore que le défaut de substances nutritives ou l'absence de proportions convenables doit être considéré généralement comme le motif

principal de la non-réussite de ces plantes. C'est la difficulté d'avoir en vue toutes ces causes favorables ou nuisibles à la réussite des plantes, qui rend l'agriculture le plus difficile de tous les arts.

C'est sur les terrains où croissent les plantes vivaces dont les racines ne pénètrent pas profondément dans le sol, que se réunissent successivement tous ces principes malfaisants qui nuisent à la prospérité des générations végétales à venir ; et, tout bien considéré, l'irrigation des prairies au moyen des eaux courantes doit donner, entre autres, ce résultat important : que l'oxygène et l'acide carbonique dissous dans l'eau et pénétrant dans le sol, en écartent les principes nuisibles et le remettent dans un état analogue à celui où il se trouve après un labour bien soigné. Une analyse de l'eau qui avait servi à l'irrigation des prairies montra facilement qu'elle enlevait autant d'ammoniaque et de substances minérales qu'elle en apportait. On comprend facilement qu'il ne s'agit pas ici de prairies arrosées avec du purin ou avec les eaux si riches en substances nutritives provenant des égouts des villes ; car il y a ici concours de deux causes qui augmentent considérablement le rendement, et l'une d'elles (la réunion des substances nutritives minérales et de l'ammoniaque) n'existe, pour ainsi dire, pas dans les eaux ordinaires de source et de rivière.

HUITIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Comment se comportent les plantes sous le rapport de l'absorption de leurs principes nutritifs incombustibles. — Influence du travail mécanique du sol sur sa fertilité. — Engrais verts. — Épuisement du sol. — Lois de cet épuisement pour les plantes cultivées. — État de la plupart des terres cultivées de l'Europe. — Action chimique qui se fait sentir pendant la distribution des substances nutritives dans le sol. — Fécondité des terres en culture. — Influence sur la qualité de la semence. — Conditions nécessaires à la production abondante des grains. — Comment agissent les herbages, les betteraves et les plantes à tubercules dans le sol. — Épuisement du sous-sol. — Rapport qui existe entre la quantité de nourriture qu'absorbe une plante et la surface externe de ses racines. — Fumure avec les engrais de basse-cour. — D'où provient le fumier. — Fumier d'étable. — Part que prennent les parties combustibles et incombustibles du fumier au rétablissement de la fertilité du sol. — Causes de l'action du fumier d'étable.

Les plantes que l'agriculteur cultive sur ses terres, telles que les céréales, les plantes-racines et les tubercules, se conduisent, sous le rapport de l'absorption de leurs principes nutritifs incombustibles, d'une manière tout à fait particulière. Tandis que les plantes marines reçoivent du milieu où elles se trouvent, sous forme de solution, ce dont elles ont besoin de ces principes, l'eau qui filtre à travers un sol fertile ne conduit

aux racines des plantes terrestres, aucun des trois principes nutritifs les plus importants et les plus nécessaires : l'acide phosphorique, la potasse et l'ammoniaque. Le sol arable ne fournit à l'eau aucun de ces éléments nutritifs, et leur passage dans l'organisme doit se faire directement au moyen des organes absorbants qui sont dans le sol, et avec la coopération de l'eau. Les racines enlèvent ces principes aux parties du sol dans lesquelles l'eau s'est infiltrée et qui se trouvent en contact avec leur surface absorbante, et si la plante veut atteindre son développement tout entier, il faut que ces parties du sol contiennent tout ce qui est nécessaire pour produire ce développement, car les racines ne peuvent puiser ces éléments que dans les parties avec lesquelles elles sont en contact.

Mais, lorsque les substances nutritives ne peuvent parvenir jusqu'aux racines, il faut bien que celles-ci aillent les chercher.

Le sol ne peut naturellement donner aux plantes plus de ces substances qu'il n'en contient lui-même, et il ne faut pas juger de sa fécondité par la somme de substances nutritives qui s'y trouvent; cette fécondité dépend, au contraire, des parties de ces substances qui se rencontrent dans les particules infiniment petites du sol; car il n'y a que celles-ci qui puissent venir en contact avec les racines.

Un morceau d'os d'un poids de 30 grammes dans un pied cube ($0^m,0309,158$) de terre, n'a aucune influence sensible sur sa fertilité; mais que ce soient 30 grammes de phosphate de chaux bien divisé et répandu régulièrement dans toutes les parties de ce morceau de terre, ils peuvent suffire à la production de 120 plantes de froment; 10 grammes de substance nutri-

tive ayant une superficie de 100 millimètres carrés ne font pas plus d'effet, dans le même temps, que 10 milligrammes présentant la même superficie. Ainsi, de deux champs contenant la même somme de substances nutritives, l'un peut être très-fertile, et l'autre, au contraire, rester improductif, si la matière nutritive a été disséminée dans le premier et y a pénétré avec plus de régularité que dans le second.

Le labourage ordinaire coupe et retourne le sillon sans mélanger la terre ; il ne fait que déplacer un peu l'endroit où les plantes ont poussé. La bêche brise, retourne et mélange le sol.

Une plante de pomme de terre, de navet ou de froment, se trouvant à la même place qu'elle a occupée l'année précédente, ne peut plus réussir, si ces racines se trouvent dans une partie du sol qui ne contient plus de substances nutritives ou n'en contient plus que des restes insuffisants ; les racines de la plante qui succède à la première ne trouvent là qu'une quantité de nourriture nulle ou insuffisante, au lieu qu'à toute autre place elles en trouveraient davantage.

Puisque ces particules nutritives ne peuvent pas quitter d'elles-mêmes l'endroit du sol où elles se trouvent à l'état fixe, on voit quelle influence extraordinaire le travail mécanique du sol, sa division et son mélange intime, doivent exercer sur la fertilité des terres et l'élévation de leurs produits.

C'est une des difficultés les plus graves que le cultivateur ait à surmonter.

Lorsqu'un champ doit porter une récolte correspondante au total des matières nutritives qu'il renferme, une des conditions les plus indispensables de réussite consiste à donner au sol une *préparation physique*, telle

que les racines les plus déliées puissent atteindre l'endroit où elles trouveront leur nourriture ; la compacité du sol ne doit pas empêcher leur développement. Les plantes à racines filamenteuses ne peuvent réussir dans un sol dur et compacte, quand même il serait riche en matières nutritives. C'est ce qui explique une des actions les plus importantes des engrais verts et l'avantage que le cultivateur retire dans certains cas, en faisant usage de fumier frais au lieu de fumier consommé.

L'enfouissage des engrais verts change, en effet, d'une façon remarquable l'état physique d'un sol. Si celui-ci est compacte, il perd par là sa ténacité et s'ameublit bien autrement que par le labour le plus soigné. Un terrain sablonneux, dont les parties n'adhèrent pas l'une à l'autre, peut acquérir par ce moyen une certaine cohésion. Chaque petite tige de l'engrais vert retourné dans le sol ouvre une porte et un chemin aux radicelles les plus minces des plantes céréales ; ces radicelles trouvent ainsi le moyen de pénétrer dans toutes les directions et d'aller chercher leur nourriture. Le sol ne reçoit, à part les parties combustibles de l'engrais vert, rien d'autre que ce qu'il renfermait déjà auparavant ; car, sans l'existence des principes minéraux nécessaires, celles-ci resteraient par elles-mêmes sans action sur l'augmentation des produits.

Aucun des trois principes nutritifs les plus importants ne se rencontre dans le sol à l'état soluble, et aucun des moyens qu'emploie le cultivateur pour les rendre favorables à la production de ses plantes, n'enlève au sol la faculté qu'il a de les retenir fixes. Tous ces moyens ne servent surtout qu'à les répandre uniformément dans le sol et à les mettre ainsi en contact avec les racines.

Un hectare (ou un million de décimètres carrés) de

bonne terre à froment, produit en moyenne 2,000 kilos de grains et 5,000 kilos de paille qui ensemble contiennent 250 millions de milligrammes (250 kilos) de substances minérales. Chaque décimètre carré (ou 100,000 millimètres carrés) de ce champ fournit donc aux plantes qui y croissent 250 milligrammes de principes minéraux. Chaque millimètre carré doit contenir, dans le sens vertical, une quantité correspondante de substances nutritives pour le besoin d'une radicelle prise isolément ; que ces substances viennent à manquer dans une partie du sol et celle-ci ne pourra fournir de nourriture aux plantes. La contenance de matières nutritives de chaque partie du sol et sur chaque millimètre carré, dans le sens vertical, donne la mesure de sa puissance nourricière. Chaque fibre de racine absorbe ce qu'elle rencontre sur son chemin et proportionnellement à sa section transversale.

Si nous admettons que les sections des racines de toutes les plantes de froment qui croissent sur un décimètre carré aient une surface totale de 100 millimètres carrés, ou que, sur la même superficie, se trouve une plante de froment qui pousse deux ou trois tiges ayant ensemble cent racines d'un millimètre carré de section chacune, chacune de ces racines doit recevoir 2 1/2 milligrammes de substance nutritive minérale pour que la plante puisse en absorber en tout 250 milligrammes. Chacun des 10,000 millimètres carrés doit contenir ces 2 1/2 milligrammes, soit pour le tout 25 grammes sur un décimètre carré et une profondeur de $0^{m},2615$, c'est-à-dire, quelque chose comme 1/2 pour cent du volume du terrain, ce qui équivaut encore à 25,000 kilos par hectare.

Un champ d'un hectare, dont le sol ne contiendrait

pas plus de 250 kil. de substances fixes (parmi lesquelles 50 k. de potasse et 25 k. d'acide phosphorique), serait, d'après les observations précédentes, absolument impropre à la culture du froment, car, si même une plante de froment, au lieu de 100 racines, en possédait un millier ayant chacune la même épaisseur que la racine d'une hyacinthe, elle ne pourrait puiser dans le sol que la dixième partie de ce dont elle a besoin.

D'après notre supposition, qui n'atteint pas encore la réalité, un champ d'un hectare devrait contenir, en moyenne, 5,000 k. de potasse et 2,500 k. d'acide phosphorique pour donner une récolte ordinaire de froment (1).

Lorsqu'au moyen d'une récolte ordinaire (2,000 k. de grain et 5,000 k. de paille) on retire un pour cent des substances minérales contenues dans le champ, le sol peut encore produire, les années suivantes, de nouvelles récoltes de froment, mais ces récoltes diminueront.

Lorsque le sol a été remué et mélangé avec beaucoup de soin, la plante qui croît sur le même champ trouve partout un pour cent de nourriture en moins, et son produit en grains et en paille doit diminuer dans la même proportion. En admettant les mêmes conditions climatériques, la même température et la même quantité de pluie, pendant la seconde année, on ne récoltera que

(1) Lorsqu'une quantité de substances minérales nutritives, si petite comparativement à la masse du sol (2 grains sur 1 pouce cube), se trouve dans la terre arable à l'état de combinaison chimique, il est impossible de concevoir comment elle pénètre de tous côtés dans le sol et se met en contact avec les racines. La manière dont la terre arable des diverses espèces de sols se comporte envers leurs solutions, montre que les substances nutritives s'y trouvent contenues comme la matière colorante dans une étoffe mise en couleur, ou dans le charbon au moyen duquel on décolore un liquide; il n'en faut qu'une quantité en poids bien minime pour recouvrir une superficie extraordinairement grande.

1,980 kil. de grains et 4,950 k. de paille. Et dans chaque année suivante, la diminution de la récolte devra suivre la même loi.

Si la récolte de froment absorbe, la première année, 250 k. de substances minérales fixes et que le sol en contienne 100 fois autant (25,000 k.) par hectare et sur une profondeur de $0^m,314$, il ne restera dans le sol, à la fin de la trentième année de culture, que 18,492 kil. de substances nutritives.

En ne tenant pas compte des irrégularités, provenant du climat, qui ont pu se produire pendant cet intervalle, on voit que le même champ, au bout de la trente et unième année, lorsqu'il lui a été impossible de compenser les pertes, ne peut plus donner, dans les circonstances les plus favorables, que les 185/250 (0,74) ou un peu moins que les 3/4 d'une récolte ordinaire.

Si ces trois quarts de la récolte moyenne ne donnent pas un revenu suffisant au cultivateur, si elle couvre à peine tous les frais qu'il a faits, cette récolte n'est pas considérée comme rémunératrice. On regarde alors le champ comme épuisé pour la culture du froment, bien qu'il contienne encore 74 fois plus de substances nutritives qu'il n'en faut, en un an, à une récolte moyenne. La somme entière de ces substances faisait que, la première année, chaque racine trouvait dans les différentes parties du sol avec lesquelles elle était en contact, la quantité de matières nutritives dont elle avait besoin, tandis que les récoltes suivantes ont eu ce résultat, qu'au bout de la trente et unième année, il ne se trouvait plus dans les mêmes parties du sol que les 3/4 de cette quantité.

Un champ épuisé pour la culture du froment, produit encore d'assez bonnes récoltes de seigle.

Une récolte moyenne de seigle (1,600 kil. de grains et 3,800 k. de paille) n'enlève au sol que 180 k. de substances fixes par hectare. A conditions égales, chaque plante de seigle n'en absorbe que 180 milligrammes. Si une terre à froment, pour produire une récolte moyenne, doit contenir 25,000 kil. des substances minérales fixes qui se trouvent dans les plantes de froment, une terre qui ne renferme que 18,000 k. des mêmes substances, est encore assez riche pour produire une série de récoltes ordinaires de seigle.

D'après mes calculs, un champ épuisé pour la production du froment, contient encore 18,492 k. de substances minérales qui, par leur constitution, sont identiques avec celles dont la plante de seigle a besoin.

Si l'on se demande maintenant combien d'années doit durer la culture du seigle, pour passer d'une récolte moyenne à une autre qui n'est plus que les 3/4 de celle-ci, on trouve qu'après 28 bonnes récoltes de seigle, le champ ne donnera plus de produits rémunérateurs, c'est-à-dire qu'il se trouvera épuisé pour la récolte du seigle au bout de 28 ans. Ce qui reste dans le sol de matières nutritives s'élève encore à 13,869 k. de substances minérales fixes. Un champ qui ne donne plus de récoltes de seigle rémunératrices peut néanmoins fournir encore des récoltes d'avoine.

Une récolte moyenne d'avoine (2,000 k. de grains et 3,000 k. de paille) enlève au sol 310 k. de ces substances nutritives fixes, soit 60 k. de plus que le froment et 130 k. de plus que le seigle.

Si, dans une plante d'avoine, les surfaces d'absorption des racines étaient les mêmes que dans le seigle, l'avoine ne pourrait pas donner de produit rémunérateur après le seigle. En effet, un sol qui, sur une provi-

sion de 13,869 kilogr., en cède déjà 310 à la récolte d'avoine, perd avec cela 2,23 pour cent de ce qu'il possède en substances minérales, tandis que, comme nous l'avons admis, le seigle n'en enlève qu'un pour cent. Cela ne peut avoir lieu que si la surface des racines de l'avoine est 2,23 fois plus grande que celle des racines du seigle. D'après cela, l'avoine doit épuiser le sol avec rapidité ; au bout de 12 3/4 ans, les produits ne sont plus que les 3/4 de ce qu'ils étaient au commencement.

Aucune des causes qui contribuent à faire varier la quantité des produits, n'influe sur cette loi de l'épuisement du sol au moyen de la culture. Lorsque la somme des éléments nutritifs est diminuée d'une certaine quantité, le sol, au point de vue agricole, cesse d'être propre à la culture d'une plante. Si les récoltes ont été augmentées, pendant une série d'années, par l'absorption des principes nutritifs contenus dans l'atmosphère, par les matières organiques et les sels ammoniacaux, l'état d'épuisement arrivera plus tôt. La production diminue par suite d'obstacles apportés à l'absorption de la nourriture et, alors, le terme de cet épuisement recule davantage.

Une loi analogue existe pour chacune des plantes cultivées.

Cet état d'épuisement devient inévitable, même lorsque, dans une série de cultures, le sol n'a perdu qu'une seule des diverses substances minérales nécessaires à la nourriture des plantes, car celle qui manque enlève aux autres toute efficacité ou les rend inutiles.

Chaque récolte, chaque plante ou partie de plante que l'on enlève au sol lui fait perdre une partie de ses conditions de fertilité, c'est-à-dire lui ôte la faculté de reproduire cette récolte, cette plante ou cette partie de plante, au bout d'une série d'années de culture. Mille grains ont

besoin de retirer du sol mille fois autant d'acide phosphorique qu'un seul grain, mille tiges mille fois autant d'acide silicique qu'une seule tige, et lorsque la millième partie de ces substances manque au sol, le millième grain et la millième tige ne peuvent se former. Une seule tige de blé enlevée à un champ de céréales fait que ce champ ne porte plus désormais de tige semblable.

S'il est vrai que les principes minéraux contenus dans les plantes sont indispensables à leur développement et doivent être fournis à celles-ci dans le sol pour qu'elles puissent croître et se développer; s'il est vrai que, parmi ces principes fixes, la potasse, l'acide phosphorique et l'acide silicique ne peuvent être amenés aux racines sous forme de dissolution, il suit de là qu'un hectare de terre, contenant 25,000 k., de substances minérales, en état d'être absorbées par les racines, ayant été parfaitement travaillé par la charrue, peut, jusqu'à un certain point, donner une série de récoltes satisfaisantes de diverses céréales ou graminées, sans qu'on lui restitue les principes minéraux qui lui auraient été enlevés dans le grain et dans la paille. Mais il faut pour cela que les récoltes se suivent de façon à ce que la seconde espèce de plantes enlève au sol moins que la première, ou qu'elle possède un plus grand nombre de racines que la première, ou bien en général que la surface d'absorption de ses racines soit plus grande. A dater de la récolte moyenne, les autres iront en diminuant d'année en année.

Quant au cultivateur pour qui des récoltes uniformes sont une exception et pour qui la plupart des récoltes diffèrent entre elles, à cause des variations dans les influences atmosphériques, cette diminution constante est à peine sensible, même lorsque ses terres sont dans des conditions physiques et chimiques, tellement avanta-

geuses qu'il pourrait y cultiver successivement, pendant 70 ans, du froment, du seigle et de l'avoine, sans chercher à remplacer les substances fixes enlevées par ses récoltes.

Les récoltes se rapprochant le plus d'une bonne moyenne dans les années favorables, auraient été alternées par de mauvaises récoltes, mais le rapport entre les mauvaises et les bonnes n'aurait fait que s'étendre.

La majeure partie des terres cultivées en Europe ne possèdent pas les conditions physiques que nous avons indiquées dans le cas dont nous venons de nous occuper. La plupart des champs ne possèdent pas l'acide phosphorique nécessaire aux plantes, sous une forme propre à l'absorption par les racines; une partie de cet acide s'y trouve seulement sous la forme de petits grains d'apatite, et lorsque le sol en contient en tout une proportion plus grande qu'il n'est nécessaire, il en existe une quantité beaucoup trop grande dans certains endroits et insuffisante dans d'autres, pour les besoins de la plante. Le travail mécanique du sol déplace ces petits grains de phosphate calcique, mais ne saurait les répandre dans le sol comme par une sorte de diffusion; celle-ci réclame l'intervention d'une action chimique.

Après chaque récolte de seigle ou d'avoine, il reste dans le sol une quantité considérable de racines, dont on ne retrouve plus même de traces au bout d'un an ou deux. Nous savons ce que devient la matière organique de ces racines : elle est, comme on dit, décomposée, ses éléments se sont combinés avec l'oxygène, son carbone s'est transformé en acide carbonique qui s'accumule dans l'air du sol poreux, ainsi que l'analyse de cet air peut le démontrer.

Lorsque la pluie tombe sur ces terrains, leur acide carbonique se dissout dans l'eau et celle-ci se trouve

par là en état de dissoudre le phosphate de chaux. Cette eau chargée d'acide carbonique, n'enlève pas le phosphate de chaux contenu dans le sol, mais elle le dissout en certaine quantité, partout où elle le rencontre à l'état de petits grains d'apatite, car ces particules ne contiennent aucun principe de résistance à l'action de l'eau, et, sauf l'attraction qu'il a pour ses propres particules, aucune affinité étrangère ne contrarie sa solubilité dans l'eau.

Il doit se former dans ce cas une dissolution de phosphate de chaux qui se répand, partout dans le sol arable, autour de chaque grain ; là où cette solution est en contact avec une terre qui n'est pas saturée de phosphate de chaux, elle lui fournit une certaine quantité de ce phosphate, et la portion du sol qui en est saturée, ne met aucun obstacle à ce que la solution se répande dans les directions les plus éloignées.

La distribution de l'acide silicique et de la potasse dans le sol a lieu de la même manière lorsqu'il renferme des silicates que peut décomposer l'acide carbonique. Il se forme alors autour de chaque partie de silicate une dissolution en excès de silicate de potasse, dont les éléments s'unissent d'abord avec les couches du sol les plus rapprochées et ensuite avec les plus éloignées.

Il faut nécessairement un certain temps aux principes nutritifs pour se répandre de cette manière dans le sol.

Si nous admettons que notre champ renferme, uniformément réparties, 25,000 k. de matières nutritives fixes ; que 5,000 ou 10,000 k. de ces substances,—l'acide phosphorique à l'état d'apatite, la potasse et l'acide silicique à l'état de silicates solubles,— y soient inégalement distribués ; que de deux en deux ans une certaine quantité de ces dernières soit devenue soluble et se soit dispersée

de manière à fournir à toutes les racines, et dans chaque partie du sol, autant de matières nutritives que l'année précédente, autant, en un mot, qu'il en faut pour avoir une récolte moyenne, nous obtiendrons, pendant une série d'années, une récolte moyenne, si, après chaque année de culture, nous prenons une année de jachère. Au lieu de trente récoltes allant toujours en diminuant, nous aurions obtenu dans ce cas, en 60 ans, 30 bonnes récoltes ordinaires, si le surplus qui se trouvait dans le sol avait suffi pour compenser partout la quantité d'acide phosphorique, d'acide silicique et de potasse, enlevée tous les ans par les récoltes.

La diminution des produits aurait commencé avec l'épuisement de ce surplus de substances nutritives, et l'intercalation de nouvelles années de jachère n'aurait pas eu la moindre influence sur l'augmentation des récoltes.

Si, dans le cas précédent, l'excès d'acide phosphorique, d'acide silicique et de potasse était uniformément répandu dans le sol, et avait été présenté à toutes les racines, de façon à pouvoir être totalement absorbé par celles-ci, on aurait pu obtenir successivement, pendant trente ans, trente récoltes pleines, sans avoir besoin d'intercaler une année de jachère.

Revenons à notre champ. Nous avons admis qu'il renferme, réparties de la manière la plus uniforme possible, 25,000 k. de substances fixes nécessaires au froment, qu'il les conserve propres à être facilement absorbées et qu'il porte chaque année une récolte de froment. Si nous supposons qu'on coupe seulement les épis et qu'on enterre avec la charrue la paille restée sur le terrain, la perte que le champ supporte cette année-là est plus faible que précédemment, car tous les principes

fixes contenus dans le chaume et les feuilles, restent dans la terre à laquelle nous n'avons enlevé que ceux renfermés dans les grains.

Parmi les principes fixes que la tige et les feuilles ont reçus du sol, se trouvent tous ceux que renferme la semence, mais dans une autre proportion. Si l'on représente par 3 la quantité d'acide phosphorique assimilée dans la paille et le grain, il n'y en a que 2 de perte lorsque la paille reste sur le terrain. La diminution des récoltes du champ pour l'année suivante, est toujours en proportion avec la perte de principes fixes occasionnée par la récolte précédente. La récolte de grains suivante sera un peu plus abondante qu'elle ne l'aurait été si l'on n'avait pas laissé la paille sur le terrain; la production en paille reste à peu près la même que les années précédentes, car les conditions favorables à sa production ont été fort peu changées.

Puisqu'on enlève de cette manière au sol moins qu'auparavant, il y a augmentation dans le nombre de récoltes rémunératrices, ou, si l'on aime mieux, dans la quantité de grains produite par la série de récoltes obtenues. Une partie des substances fixes de la paille se transforme en grain, et c'est sous cette forme qu'elle est enlevée au sol. La période d'épuisement arrive toujours, mais cette circonstance la retarde davantage. Les conditions de la formation du grain diminuent, car les principes enlevés sous forme de grain ne sont pas restitués.

Si l'on porte sur le champ, au moyen d'une brouette, toute la paille coupée ou bien qu'on l'y répande, après l'avoir employée comme litière dans une étable, et qu'on la retourne dans la terre avec une charrue, cette condition dont nous avons parlé reste entièrement la même. Ce qu'on rend au sol de cette manière, n'est que ce qu'on lui

avait pris et ne l'enrichit pas. Si l'on se rappelle que les principes combustibles de la paille ne proviennent pas du sol, l'abandon de la paille sur le sol n'est propre qu'à lui céder les principes minéraux qu'elle renferme. Le terrain reste un peu plus fertile qu'auparavant, parce qu'on lui a moins enlevé.

Si l'on enterre dans le sol, au moyen de la charrue, le grain ou les substances fixes qu'il contient ou si, au lieu de grains de froment, on a rendu au sol une quantité correspondante d'une autre semence, comme, par exemple, du tourteau, c'est-à-dire, de la graine de colza, (privée des matières grasses qu'elle renferme), laquelle contient les mêmes principes fixes, le sol conservera sa composition primitive, et l'on obtiendra par la suite les mêmes produits qu'auparavant.

Lorsqu'après chaque récolte, on rend à la terre la paille qu'elle a produite, il se forme une différence dans la composition des principes actifs du sol arable.

Nous avons supposé que notre terrain renfermait les principes minéraux nécessaires aux plantes de froment, en proportions convenables pour la formation des tiges, des feuilles et du grain ; si nous laissions en même temps à ce terrain les substances minérales nécessaires à la formation de la paille, tandis que celles du grain seraient enlevées, les premières augmenteraient par rapport au restant des parties fixes du grain que le champ contiendrait encore. Celui-ci conserve sa fertilité pour la paille, seulement les conditions nécessaires à la formation du grain diminuent.

Le résultat de cette différence est le développement irrégulier de toute la plante entière. Aussi longtemps que le sol conservait et distribuait en proportions convenables les principes minéraux nécessaires au déve-

loppement uniforme de toutes les parties de la plante, la semence conservait ses qualités et le même rapport existait toujours entre le grain et la paille dans les produits, malgré la diminution graduelle de ceux-ci. — Mais la production et la qualité des semences diminuaient au fur et à mesure que les conditions favorables au développement des feuilles et des tiges augmentaient. L'indice de ce défaut de conformité dans la composition du sol, comme suite de la culture, est la diminution de poids qu'a subie le boisseau de grain récolté. Au commencement, une certaine quantité de principes fixes contenus dans la paille qu'on rendait au terrain (l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie) servait à la formation du grain, mais il s'établit plus tard un rapport en sens inverse ; ce furent les parties constitutives du grain (l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie) qui servirent à former la paille. On peut se représenter l'état d'un champ qui, au lieu de donner des produits uniformes en grains et en paille, ne produit que d'énormes quantités de paille avec des épis vides, lorsqu'une température humide a favorisé le développement des tiges et des feuilles.

Le jardinier et le vigneron taillent leurs arbres et leurs ceps pour obtenir des fruits plus beaux, plus nombreux, en limitant la production des branches et des feuilles, et dans beaucoup de contrées, comme dans la Basse-Bavière, on trouve qu'il est très-avantageux de faire pâturer ou de faucher les blés, quand ils ont atteint la moitié de leur hauteur. Le résultat de cette pratique est d'obtenir une semence meilleure sous le double rapport de la qualité et de la quantité. Dans les contrées tropicales, plusieurs graminées ne donnent que peu ou point de semence, parce que le sol ne renferme pas en

proportions suffisantes ce qui convient à la formation des grains, comparé à ce qu'exige le développement des feuilles.

Dans beaucoup de plantes, la grosseur de la semence est en rapport inverse avec le développement des feuilles. Le pavot, le tabac et le trèfle ont des graines bien plus petites en proportion que les céréales.

Le cultivateur ne peut agir sur la direction de la végétation des plantes que par le sol, c'est-à-dire par les proportions de substances nutritives qu'il lui donne; il faut, pour obtenir la meilleure récolte de froment possible, *que le sol contienne un excès des substances nutritives nécessaires à la formation de la semence.* Cette proportion est nécessairement inverse pour les herbages, les plantes-racines et à tubercules.

Une récolte moyenne de navets avec leurs feuilles, et une autre de trèfle ou de pommes de terre contiennent, la première *cinq fois* et la seconde *deux fois* autant de potasse qu'une récolte de froment, grain et paille compris, sur la même surface de terrain. Une récolte de pommes de terre et une de trèfle, prises ensemble, sur une superficie de deux hectares, enlèvent au sol autant d'acide phosphorique que trois récoltes de froment recueillies chacune sur trois hectares.

Il est clair, d'après cela, que si nous cultivons des pommes de terre et du trèfle sur notre champ, qui contient 25,000 kil. de principes minéraux nécessaires au froment, et que nous enlevions du champ toute la récolte de trèfle et de pommes de terre, nous le privons d'autant d'acide phosphorique et de trois fois autant de potasse que l'auraient fait trois récoltes de froment. Il est certain que cette spoliation de ces substances nutritives si nécessaires au sol, fait à l'aide d'une autre plante, est

d'une grande influence sur sa fertilité pour les récoltes de froment suivantes : l'abondance et la durée de celles-ci diminueront nécessairement.

Si, au contraire, ce champ porte pendant deux ans une fois du froment et l'autre fois des pommes de terre, si ensuite l'on retourne dans le sol, au moyen de la charrue, les tubercules, les fanes ainsi que la paille de froment, et que l'on alterne ainsi pendant soixante ans, le produit en grains que ce champ devait donner, ne sera ni modifié ni augmenté ; le champ n'a rien gagné à la culture des pommes de terre et n'y a non plus rien perdu, puisqu'on lui a tout abandonné. Lorsque les récoltes de froment que l'on a enlevées à ce champ, ont réduit sa richesse en substances minérales aux trois quarts de ce qu'elle était au commencement, le même champ ne donne plus de produits rémunérateurs, si le cultivateur ne trouve pas de bénéfices dans les trois quarts d'une récolte ordinaire. La même chose a lieu lorsque le terrain, au lieu de pommes de terre, porte du trèfle, et qu'on retourne celui-ci avec la charrue. — Nous avons supposé que le sol se trouvait dans les meilleures conditions physiques et ne pouvait, par conséquent, être amélioré par l'introduction des substances organiques du trèfle et des pommes de terre. Mais, si l'on enlève celles-ci du champ, si l'on fauche et fane le trèfle et que, chargeant le tout sur un chariot, on le fasse passer par l'étable ; qu'on le ramène ensuite sur le terrain, qu'on l'y enterre et qu'ainsi l'on rende au sol toutes les substances fixes qui se trouvaient dans les deux récoltes, cette opération, répétée pendant trente, soixante ou soixante et dix ans, ne fera pas porter au champ un seul grain de plus que si on ne l'avait pas faite. Pendant tout ce temps, les conditions nécessaires à la formation

du grain ne se sont pas améliorées, et la cause de la diminution des produits est restée la même.

Retourner dans le sol le trèfle et les pommes de terre au moyen de la charrue, ne peut être favorable qu'aux terrains qui ne sont pas dans de bonnes conditions physiques ou dans lesquels les substances minérales fixes ne sont pas bien uniformément répandues, ni accessibles aux racines des plantes, mais cette action est la même que celle exercée par les engrais verts ou bien par une ou plusieurs jachères.

En retournant dans le sol le trèfle et les substances organiques, on a augmenté tous les ans sa richesse en azote et en matières décomposables.

Tout ce que ces plantes ont reçu de l'atmosphère demeure dans le sol, mais celui-ci, tout en s'enrichissant de ces substances d'ailleurs si utiles, ne peut pas pour cela produire plus de grains qu'auparavant, car sa production en grains dépend de la proportion de substances minérales fixes contenues dans le champ, et celles-ci n'ont pas augmenté; au contraire, elles ont diminué chaque fois qu'une récolte de grains a été enlevée. A l'aide de l'augmentation de la quantité d'azote et de matières organiques en putréfaction dans le champ, les récoltes pouvaient s'améliorer, mais l'époque où ce champ ne peut plus donner des produits suffisants, arrive d'autant plus vite.

Prenons trois terres à froment, et faisons produire à l'une du blé, aux deux autres des pommes de terre et du trèfle. Conduisons sur le champ de blé et enterrons-y au moyen de la charrue toutes les pommes de terre et le trèfle que nous aurons récoltés sur les deux autres : ce champ-là deviendra nécessairement plus fertile qu'auparavant, car il est maintenant plus riche de la somme

totale de substances fixes que l'on a enlevée aux deux champs de trèfle et de pommes de terre ; il reçoit trois fois plus d'acide phosphorique et vingt fois plus de potasse que n'en contenait toute la récolte de grains enlevée. Ce champ de froment pourra produire, pendant trois années consécutives, trois bonnes récoltes de froment, car les conditions nécessaires au développement de la paille sont restées sans changement, tandis que celles qui favorisent la production du grain sont augmentées du triple. Si le cultivateur retire de cette manière autant de grain en trois ans qu'il en aurait retiré en cinq, sans la coopération des principes fertilisants du trèfle et des pommes de terre, il est évident que son bénéfice est plus grand, car les trois semailles lui ont rapporté autant que cinq. Mais ce que le champ de froment a gagné en principes fertilisants, les deux autres champs l'ont perdu, et le résultat final est que, tout en économisant des frais de culture et en faisant plus de profits, on a avancé l'époque de leur épuisement, qui devait inévitablement arriver par suite de l'enlèvement continuel des substances nutritives fixes contenues dans les grains.

Le dernier cas dont nous ayons à parler, est celui où le cultivateur, au lieu de trèfle et de pommes de terre, cultive des navets et de la luzerne. Ceux-ci, en raison de la longueur de leurs racines et de la profondeur à laquelle elles pénètrent dans le sol, enlèvent une grande quantité de substances nutritives fixes au sous-sol, que n'atteint pas le grand nombre de racines des céréales. Lorsque des champs possèdent des sous-sols qui permettent la culture de ces plantes, le rapport qui s'établit alors est à peu près le même que si la surface cultivée avait été double. Que les racines de ces plantes

reçoivent la moitié de leurs substances nutritives du sous-sol et l'autre moitié du sol arable, celui-ci ne perdra, lors de la récolte, que la moitié de ce qu'il aurait perdu, si ces plantes avaient toutes puisé dans le sol arable.

Considéré comme un champ séparé de la terre arable, le sous-sol fournit aux plantes de navets et de luzerne une certaine quantité de principes nutritifs fixes, et si la récolte entière en navets et en luzerne est enterrée en automne, au moyen de la charrue, dans une terre à froment qui n'a produit qu'une récolte moyenne de blé, et se trouve ainsi avoir reçu autant ou même plus qu'elle n'avait perdu, ce champ peut, de cette manière, être maintenu, aux dépens du sous-sol, dans le même état de fertilité, aussi longtemps que ce dernier favorise la production des navets ou de la luzerne.

Mais, comme les navets et la luzerne ont besoin pour leur développement d'une grande quantité de substances minérales, le sous-sol est d'autant plus vite épuisé qu'il en contient une moindre quantité, et comme il n'est pas séparé du sol arable, mais qu'il se trouve sous lui, c'est à peine s'il peut rentrer en possession d'une faible partie des principes qu'il a perdus, parce que le sol arable retient ceux qu'on lui a fournis aux dépens du sous-sol; il n'y a que la potasse, l'ammoniaque, l'acide phosphorique et l'acide silicique que la couche arable ne retient pas fixés en elle, qui puissent pénétrer jusqu'au sous-sol.

La culture de ces plantes à racines qui pénètrent profondément dans le sol peut procurer un supplément de substances nutritives aux plantes qui puisent de préférence leur nourriture dans la couche de terre arable, mais ce supplément n'est pas de longue durée; au bout d'un espace de temps relativement court, ces plantes cessent

de réussir sur beaucoup de champs, parce que le sous-sol s'épuise et qu'il est très-difficile de lui rendre sa fertilité. A la fin la luzerne ne réussit plus, et les navets ne prospèrent que pour autant qu'ils puissent tirer du sol arable tout ce dont ils ont besoin. Les pommes de terre se soutiennent plus longtemps, parce qu'elles trouvent leur nourriture dans les couches supérieures de la terre arable.

La quantité de nourriture qu'une plante reçoit du sol ne dépend pas seulement de la masse des particules sous la forme desquelles elle se trouve dans la terre arable, mais encore du nombre des organes au moyen desquels elle les a puisées dans le sol. Deux racines absorbent deux fois autant qu'une seule.

La récolte dépend, en partie, du premier développement des racines.

Un grain de froment ou d'orge renferme en lui une si grande quantité de substances nutritives, qu'il n'enlève rien au sol dans le premier temps de son développement ; un seul de ces grains, simplement humecté, peut produire une dizaine de racines de 13 à 17 millimètres de longueur : plus le grain est dur, plus le développement des racines devient vigoureux et rapide. Sans que la semence reçoive quelque chose du sol, elle développe autour d'elle ses organes d'absorption, destinés à lui amener la nourriture de différents endroits relativement éloignés. Le cultivateur peut donc retirer de grands avantages d'un choix de semences fait avec discernement.

Les graines très-petites, comme celles du tabac, du pavot et du trèfle, ont besoin d'une couche de terre plus riche et mieux préparée dans sa partie supérieure, si l'on ne veut pas en perdre la plupart ; car la terre qui est à

proximité de la semence est mise en réquisition par le germe et doit lui fournir sa nourriture. C'est pourquoi le cultivateur dit de ces plantes qu'elles sont d'une venue difficile.

Les semences des plantes nourricières ressemblent assez à un œuf de poule qui renferme en lui tous les éléments nécessaires au développement du jeune poulet; et assurément la culture d'un champ prendrait une tout autre forme si, pour une seule plante de froment, il fallait perdre autant de semence que pour le pavot, le tabac et même le trèfle.

Sur un seul et même terrain, la quantité de substances nutritives qu'une plante absorbe, se trouve toujours en rapport direct avec la surface des racines de celle-ci; de deux espèces de plantes auxquelles la même quantité et les mêmes proportions de substances nutritives sont nécessaires, si l'une des deux offre une surface double, elle absorbe deux fois plus de nourriture que l'autre.

S'il est vrai que les principes minéraux fixes sont indispensables à l'existence et à la prospérité des plantes, on comprend que tout ce qui a pu accélérer leur développement est subordonné à cette loi : que le sol, pour être favorable à la culture des plantes, doit contenir les principes minéraux fixes qui leur sont nécessaires, en quantité suffisante et dans le meilleur état pour être facilement absorbés.

C'est uniquement au sol que le cultivateur a affaire; ce n'est qu'au moyen de celui-ci qu'il peut agir immédiatement sur les plantes. La réalisation complète et efficace de tous ses desseins suppose une connaissance exacte de toutes les conditions chimiques qui sont nécessaires à la vie des plantes et qui se trouvent en activité dans le sol, de leurs substances nutritives et des sources

où elles les puisent; elle suppose encore la notion des moyens à employer pour rendre le sol propre à nourrir les plantes, et la pratique de ne les employer qu'en temps convenable et de la manière la plus avantageuse.

De tout ce que nous avons dit, il résulte que la culture des plantes épuise et stérilise un sol fécond : le cultivateur fait passer une partie des substances fixes qui constituent le sol, dans les produits de ses champs, produits qui servent à la nourriture des hommes et des animaux ; les parties qu'il enlève sont précisément celles qui donnent au sol son efficacité sur les plantes ; la fertilité de ses terres diminue continuellement, quelle que soit la plante qu'il cultive ou l'ordre dans lequel elle succède à une autre. En enlevant au sol ses produits, il le prive de toutes les conditions nécessaires pour en produire de nouveaux.

Une terre *n'est pas épuisée* pour le grain, pour le trèfle, le tabac et les navets, tant qu'elle donne des produits rémunérateurs, sans qu'il soit nécessaire de remplacer les principes nutritifs qu'elle a perdus. *Elle est épuisée* du moment que l'homme doit lui restituer toutes ses conditions de fertilité. A ce point de vue, la majeure partie de nos terres cultivées sont épuisées.

La vie des hommes, des animaux et des plantes est intimement liée au retour de toutes les conditions auxquelles leur existence est subordonnée. Par l'action de ses principes nutritifs, le sol prend part à la vie des plantes ; une fertilité perpétuelle est inconcevable et impossible sans le retour des conditions qui ont rendu le sol fertile.

Le fleuve le plus puissant, qui met en mouvement des milliers de moulins et de machines, tarit lorsque les rivières et les ruisseaux qui l'alimentent viennent

à tarir : ceux-ci tarissent à leur tour lorsque la pluie ne leur fournit plus, à l'endroit où ils prennent leur source, les nombreuses petites gouttes qui les composent.

Une terre qui, par les cultures successives de diverses espèces de plantes, a perdu sa fertilité, trouve dans le fumier le pouvoir de produire une nouvelle série de récoltes de même espèce.

Qu'est-ce que le fumier et d'où provient-il? Tout fumier provient des champs du cultivateur ; il est formé de la paille qui a servi pour la litière, des résidus des plantes, et enfin des excréments solides et liquides des hommes et des animaux. Les excréments proviennent, à leur tour, de la nourriture.

Dans le pain que l'homme mange quotidiennement, il prend les substances minérales fixes des grains des céréales dont la farine a servi à la fabrication du pain, et dans la viande, les substances fixes qui se trouvent dans la chair des animaux.

La chair des animaux herbivores, ainsi que les matières fixes qu'elle renferme, provient des végétaux ; ces matières sont identiques avec les substances fixes des semences des légumineuses, de sorte qu'un animal entier, complétement brûlé, laisse des cendres qui ne diffèrent en rien des cendres des fèves, des lentilles et des pois.

L'homme consomme, par conséquent, sous forme de pain et de viande, les principes minéraux fixes des semences ou des substances constituantes des semences et que le cultivateur acquiert par ses terres.

Il ne reste dans le corps de l'homme qu'une très-faible partie de l'immense quantité de substances minérales qu'il a absorbées pendant toute sa vie pour se nourrir. Le corps d'un homme qui a atteint toute sa croissance

n'augmente pas en poids. Il s'ensuit que, de jour en jour, toutes les substances dont se compose sa nourriture abandonnent de nouveau son corps.

L'analyse chimique montre que les matières minérales fixes, contenues dans le pain et la viande, se retrouvent dans les excréments de l'homme en quantité presque aussi grande que dans ses aliments : ceux-ci se conduisent dans son corps tout comme s'ils étaient brûlés dans un fourneau.

De tous les principes fixes contenus dans les aliments, l'urine renferme ceux qui sont solubles dans l'eau, et les excréments ceux qui y sont insolubles ; les parties infectes sont la fumée et la suie qui résultent d'une combustion incomplète ; tout le reste du mélange est formé de matières non digérées ou indigestes.

Les excréments d'un porc engraissé avec des pommes de terre renferment les principes minéraux fixes de celles-ci ; ceux d'un cheval, les matières qui forment les cendres du foin et de l'avoine ; ceux d'un bœuf, celles des navets, du trèfle, etc., qui ont servi à sa nourriture. Le fumier d'étable n'est qu'un mélange de tous ces excréments.

Au moyen du fumier d'étable, un champ épuisé par la culture recouvre entièrement sa fertilité ; c'est là un fait constaté par l'expérience depuis des milliers d'années.

Le sol trouve dans le fumier d'étable une certaine quantité de matières organiques, c'est-à-dire combustibles, et de principes constitutifs des cendres que renfermaient les aliments donnés en consommation. Ici s'élève la question de savoir de quelle manière les aliments combustibles et incombustibles du fumier prennent part au rétablissement de la fertilité dans un champ.

L'examen le plus superficiel d'un champ cultivé fait connaître que tous les principes combustibles des plantes que l'on a récoltées sur le champ, *proviennent de l'air et non du sol.*

Le sol ne fournit-il même qu'une partie du carbone contenu dans la masse végétale obtenue, il est clair comme le jour que, si le terrain en renfermait une certaine quantité avant la récolte, cette même quantité devrait diminuer après chaque récolte suivante. Un sol pauvre en substances organiques devrait être moins fertile qu'un sol riche en ces mêmes substances.

Or, l'observation nous fait voir qu'un champ maintenu en état de culture ne devient pas, par suite, plus pauvre en matières organiques ou combustibles. Le sol d'une prairie qui a donné, en dix ans, mille quintaux de foin par hectare, n'est pas, pour cela, après ces dix années, plus pauvre en matières organiques ; au contraire, il est plus riche qu'auparavant. Un champ de trèfle, fauché, conserve encore dans les racines qui sont demeurées sur le sol, plus de matières organiques et d'azote qu'il n'en contenait primitivement; il est pourtant devenu improductif pour le trèfle et ne peut plus donner de produits satisfaisants.

Un champ de froment ou de pommes de terre n'est pas plus pauvre en matières organiques après la récolte qu'avant. En général, la *culture enrichit le sol de substances combustibles*, *mais diminue néanmoins sa fertilité*; après une série de bonnes récoltes en grains, en raves et en trèfle, aucune de ces plantes ne peut plus réussir sur le même terrain.

Maintenant, si la présence de matières organiques décomposables dans le sol n'arrête ou ne diminue pas du moins l'épuisement dont il est atteint par suite des

cultures, il est absolument impossible de lui rendre de nouveau, par une augmentation de ces matières, la fertilité qu'il a perdue.

Au fait, ce n'est pas l'application de sciure de bois bien carbonisée ou de sels ammoniacaux, ou de tous les deux ensemble, qui peut rendre à un champ complétement épuisé la faculté de produire, pour la seconde ou la troisième fois, la même série de récoltes. Ces substances améliorent la constitution physique du sol et exercent une influence favorable sur sa production, mais leur effet est toujours d'accélérer et de rendre plus complet l'épuisement du sol.

Le fumier d'étable rétablit la fertilité du sol et lui rend entièrement la faculté de produire pour la seconde, la troisième et même la centième fois, une série de récoltes; il le retire de son état d'épuisement suivant l'application qu'on en fait, et le rend, dans beaucoup de cas, plus fertile qu'il n'était auparavant.

Le rétablissement de la fertilité d'un sol, au moyen du fumier, ne peut être déterminé par les substances organiques qui s'y trouvent mêlées (sels ammoniacaux et substances combustibles), car si les substances en question ont produit une action favorable, elle n'était que d'une nature secondaire. *L'action du fumier d'étable repose incontestablement sur la quantité qu'il contient de substances fixes des végétaux, et sa qualité en dépend complétement.*

Le fumier d'étable rend, en effet, au sol une certaine quantité de toutes les substances fixes que celui-ci avait cédées aux plantes; la diminution de la fertilité d'un champ est en rapport avec ce qu'on lui enlève de ces substances fixes, au lieu que cette fertilité augmente au fur et à mesure que ces substances sont remplacées.

Les substances incombustibles des plantes cultivées ne reviennent pas d'elles-mêmes sur le sol, comme les substances combustibles le font par l'air d'où elles proviennent. C'est la main de l'homme qui doit rendre aux plantes toutes les conditions nécessaires à leur existence; c'est ce que fait le cultivateur qui, suivant une loi de la nature, rend à la terre sa fertilité au moyen du fumier d'étable, dans lequel se trouvent les conditions précitées.

La pratique rationnelle maintient la circulation de toutes les conditions favorables à la vie; la pratique empirique, au contraire, brise la chaîne qui attache l'homme à sa patrie, puisqu'elle enlève au sol, les unes après les autres, toutes ses conditions de fertilité. Quoiqu'elle sache que le sol est aujourd'hui autre qu'il était hier, elle n'en prétend pas moins qu'il sera demain ce qu'il était aujourd'hui. L'empirisme, appuyé sur l'expérience d'hier, enseigne qu'un terrain fertile ne peut être épuisé; la science, appuyée sur les principes, enseigne que la fécondité du sol le plus fertile a une fin, et que ce qui paraît inépuisable finit par s'épuiser. De ce que la nature s'est montrée libérale envers nos ancêtres, l'empirisme conclut que les fils peuvent prendre tout en abondance et sans nul souci. La prospérité du genre humain repose sur la nécessité où se trouve l'homme d'avoir une patrie, et sa patrie est la terre qu'il a arrosée de ses sueurs pour lui faire produire ce qui est nécessaire à son existence. La durée de son existence dans sa patrie dépend de cette loi : que les forces se perdent par l'usage et se conservent par la rénovation.

NEUVIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Tous les phénomènes organiques sont dominés par la loi de la nécessité et de la dépendance mutuelle. — Comment les agronomes considèrent cette loi. — Analyse chimique et pratique. — Leçons de l'expérience sur tout ce qui a rapport au sol, à l'augmentation des produits et aux engrais, en opposition avec la science. — Opinions de Walz sur la composition du sol, sur les causes de sa fertilité et de son épuisement, et sur l'action du fumier. — Discussion de ces opinions. — Leçons de l'agriculture moderne sur la production du fumier. — Du guano et de son utilité en agriculture. — Conditions des terres dans la culture raisonnée.

La vie et le développement d'un être organisé ne peuvent dépendre du hasard : nous savons que l'absorption de la nourriture, l'association des organes pour former un tout parfait, qu'enfin tout ce qui a rapport à la vie organisée est dominé et dirigé par la loi de la nécessité et de la dépendance réciproque, lesquelles font que, semblables aux rouages dont se compose le mouvement d'une machine, les organes s'engrènent l'un dans l'autre, mais d'une manière infiniment plus parfaite, et ces lois interviennent dans toutes les manifestations extérieures de la vie, ainsi que dans le maintien et la durée de celle-ci.

L'analyse chimique a prouvé que toutes les matières sulfurées et azotées contenues dans les graines des céréales et des légumineuses, et servant à former les éléments combustibles du sang dans l'alimentation des hommes et des animaux, sont toujours accompagnées de phosphates alcalins ou terreux, et que dans chaque graine il y a entre eux un rapport fixe et invariable. Lorsque le contenu en phosphore augmente ou diminue dans une sorte quelconque de graine, la richesse de celle-ci, en principes constitutifs du sang, augmente ou diminue dans le même rapport.

L'analyse chimique montre, en outre, que le sang d'un homme qui vit de pain ou celui d'un animal qui se nourrit de graines contient les mêmes substances fixes que ces aliments renferment. Les principes minéraux du sang d'un bœuf, d'un mouton ou d'un porc, correspondent aux principes minéraux des plantes-racines, des choux ou des pommes de terre qui ont servi à la nourriture de ces animaux.

Les substances minérales des plantes sont, pour la vie des animaux, pour la formation et les fonctions du sang, tout aussi nécessaires que pour la vie des plantes.

L'acide phosphorique fait partie du cerveau et des nerfs des animaux; leur chair renferme des phosphates alcalins et terreux; nous ne pouvons nous représenter un animal à sang chaud privé d'os (phosphate calcique). Les cendres du foin sont riches en carbonates alcalins et en sel marin. Le sang des bêtes grasses est riche en carbonates alcalins; le sel marin sert à la formation du carbonate sodique qui s'y trouve.

Les cendres des feuilles de thé, dont l'homme boit l'infusion, renferment 17 p. c. d'acide phosphorique; celles des feuilles de mûrier, qui servent à la nourri-

ture du ver-à-soie, n'en contiennent que 5 p. c. Chacun de ces deux nombres a sa signification physiologique.

S'il était possible qu'une plante pût se développer, fleurir et porter de la semence, sans la coopération des principes fixes du sol, elle ne pourrait en aucune façon servir à la nourriture de l'homme et des animaux.

Nourrissez un chien avec des blancs et des jaunes d'œufs cuits ou crus, aliments qui manquent d'un des principes les plus indispensables à la formation du sang, et il mourra d'inanition. Le premier essai lui apprend que cet aliment n'est pas plus nutritif pour lui que s'il mangeait une pierre.

Les principes minéraux fixes des plantes-racines, des herbages, etc., constituent leur vertu nutritive ; sans leur présence dans ces plantes, ni vache, ni cheval n'en voudraient manger.

Partout dans la nature dominent des lois d'ordre qui maintiennent la vie sur la terre et lui conservent une durée et une fraîcheur perpétuelles. La terre ne vieillit et le germe de la vie ne meurt que là où l'homme, avec son esprit borné, les méconnaît ou les renie; ce qu'il fait lorsqu'il contrarie l'action régulière des conditions nécessaires à la vie et qu'il les trouble, les arrête dans leurs fonctions.

C'est un des phénomènes les plus étranges, sinon les plus inexplicables, du temps où nous vivons, que de voir l'existence de ces lois de la nature niée par le plus grand nombre de nos cultivateurs praticiens, eux qui sont journellement en position de devoir les observer. Il est tout aussi singulier que nos agronomes les plus distingués et les plus capables se soient donné tant de peines depuis seize ans, et même tout récemment

encore, pour démontrer que ces lois n'ont aucune importance pour les champs fertiles ; que l'augmentation de la fécondité d'un champ au moyen des jachères, du travail mécanique du sol, de l'enlèvement des substances fixes dans les récoltes, n'est pas préjudiciable à la durée de cette fécondité; que le sol conserve toujours son pouvoir fertilisant, quand même on ne lui restituerait pas les principes fixes qu'il a perdus. Ils enseignent qu'un champ fertile est inépuisable sous le rapport des substances fixes que renferment les végétaux, et que celles-ci ne sauraient conséquemment faire jamais défaut ; que la fertilité de la terre est en rapport avec sa richesse en principes combustibles, en humus et en azote; que le défaut de fertilité et l'épuisement du sol dépendent, le premier d'une quantité d'azote insuffisante, le second d'un manque absolu de cette substance dans le sol. Le fumier, prétendent-ils, n'agit pas parce qu'il rend au sol les substances fixes qui lui ont été enlevées sous forme de grain, de trèfle, de plantes-racines, de tabac, de lin, de chanvre, de vin, etc., etc.; il n'agit qu'au moyen de ses principes combustibles, et l'effet qu'il produit est en rapport avec sa richesse en azote ; ses principes incombustibles ne sont là que pour voir comment les autres agissent, à peu près comme la lune assiste à la formation de la rosée.

L'homme pratique regarde la preuve scientifique qu'on lui donne de ses erreurs avec un sourire de pitié, qui ne provient pas du sentiment de sa supériorité, sentiment qu'inspire la véritable science, mais bien d'une autre cause.

L'analyse chimique, avec ses méthodes rigoureuses, démontre que, sur un millier de terrains, on en trouve *à peine un seul* qui renferme les principes minéraux fixes

du trèfle dans les proportions convenables et qui en contienne *un* pour cent de plus que le trèfle n'en a besoin.

En 1848, le Collége royal agricole de Berlin fit soumettre à des expériences chimiques le sol de différentes parties du royaume. Les essais furent faits sur les terres les plus ressemblantes que l'on put trouver, et chacune d'elles fut analysée par trois chimistes différents. Le résultat de l'analyse montra que, sur quatorze parcelles, cinq contenaient 2/10 p. c. d'acide phosphorique et de potasse (celle-ci, apparemment, en état d'être absorbée), six autres en contenaient de 3/10 à 5/10, et trois de 5/10 à 6/10 p. c.

Ces analyses ne nous apprennent pas qu'une terre, qui renferme 6/10 p. c. de ces substances minérales fixes, soit pour cela plus fertile qu'une autre qui n'en possède que 2/10 p. c., mais elles indiquent avec assez de certitude celle qui en contient le plus ou le moins.

La pratique soutient, au contraire, que toutes les terres renferment les substances minérales fixes des plantes en quantité inépuisable.

L'analyse chimique démontre qu'en enlevant une récolte de trèfle et conséquemment toutes les substances nutritives fixes qu'elle contient, il est tout à fait certain qu'on a enlevé au champ une certaine somme de sa fertilité pour le trèfle; elle dit, en outre, que les substances fixes du trèfle se retrouvent dans les excréments des animaux que l'on a nourris avec cette plante, et qu'en appliquant de pareil fumier sur le champ de trèfle, on restitue à celui-ci les principes fixes qui lui avaient été enlevés.

La science nous apprend que l'épuisement d'un champ de trèfle provient de ce qu'on lui a ravi les principes

fixes que cette plante renferme, et qu'une application de fumier d'étable lui rend la faculté de produire une nouvelle série de récoltes, parce qu'on lui restitue ainsi ces principes fixes. Les écrits des cultivateurs les plus expérimentés confirment ces données et nous disent qu'un champ qui n'a jamais porté de trèfle peut en donner des récoltes abondantes, lorsqu'on a soin de le fumer avec des cendres de bois, dans lesquelles on retrouve les mêmes substances fixes que dans la plante de trèfle; qu'en Flandre et dans les Pays-Bas la fumure avec les cendres est généralement en usage, et qu'enfin il est passé en proverbe dans la Westphalie : « Que celui qui ne veut pas donner d'argent pour les cendres, paye le double. » (Schwerz, *Introduction à l'Agriculture pratique*, tome II, p. 323.)

Il est de notoriété universelle qu'une prairie, sur laquelle on n'avait jamais vu une seule plante de trèfle, en produit tout à coup des milliers, lorsqu'on y a répandu des cendres de bois.

L'analyse chimique démontre enfin qu'un rapport tout à fait semblable existe entre un sol et les plantes qu'on y cultive, qu'une terre qui a produit beaucoup de paille, mais peu de grains, donne de riches récoltes en grains lorsqu'on la fume avec les substances fixes que contiennent les cendres du blé, et, dans beaucoup de cas, avec le phosphate de chaux employé seul.

Contrairement à ce que nous enseignent nos agronomes d'aujourd'hui, il est démontré par les faits les plus incontestables, que la fertilité d'un sol n'augmente pas en même temps que sa richesse en matières organiques ou combustibles; que les terres qui en contiennent en grande quantité sont, en général, improductives; que la fumure d'un champ de froment au moyen de sub-

stances azotées, avec les sels ammoniacaux, par exemple, diminue dans beaucoup de cas sa production en froment, au lieu de l'augmenter, et que la récolte de trèfle suivante ne s'en trouve pas améliorée. Les mêmes faits nous prouvent que l'ammoniaque et les engrais riches en azote n'exercent une influence favorable sur les récoltes que pour autant qu'ils soient accompagnés des substances fixes contenues dans les cendres des plantes ; que l'effet qu'ils produisent par eux-mêmes n'est avantageux que sur les terres qui renferment les substances fixes en grande quantité, et qu'enfin, dans ce cas, leur emploi continuel épuise totalement ces terres, c'est-à-dire les rend encore plus impropres pour les cultures suivantes qu'elles ne l'auraient été autrement. Si nos champs contenaient ces substances fixes en quantités tellement grandes, qu'ils ne pourraient être épuisés par la culture ; si leur fertilité dépendait de la présence des matières ammoniacales et azotées et leur épuisement de l'absence de ces matières, on devrait obtenir une suite indéfinie de bonnes récoltes en leur appliquant une fumure de substances azotées, sans avoir besoin d'y ajouter des substances minérales fixes. C'est un fait démontré et incontestable que, sans remplacer les principes fixes enlevés dans la récolte, il est impossible de rendre à nos champs leur fertilité. Il résulte de là que l'effet du fumier ne provient pas de ses principes combustibles et que, s'il produit une action favorable sur une terre quelconque, ce n'est qu'à la condition de renfermer les substances fixes qu'il a enlevées à cette terre dans la récolte précédente, et qu'il doit lui restituer.

J'ai de la peine à croire qu'il puisse se rencontrer, parmi mes lecteurs, un seul homme qui, ayant des idées

logiques, révoque en doute la vérité de conclusions qui sont basées sur l'analyse chimique du sol, des plantes et du fumier. Des milliers d'analyses ont été faites en Allemagne, en Angleterre et en France par différents chimistes; elles concordent toutes quant à leurs résultats, et, si jamais l'exactitude d'un fait a pu être démontrée à l'aide de la balance, alors, dans tout le domaine de la chimie, il n'en existe pas un seul, qui soit mieux démontré que celui-ci : c'est que le sol du champ même le plus fertile contient une quantité extraordinairement minime de substances fixes des plantes, comparativement à sa masse. Il suffit peut-être, pour en donner une idée, de rappeler qu'avant 1834, les meilleurs chimistes n'étaient pas encore parvenus à reconnaître, dans leurs analyses, que la potasse est un élément contenu dans le sol arable, l'argile et la pierre calcaire, parce que la quantité qui s'y trouve en est fort minime, et qu'avant la découverte de réactifs nouveaux, inconnus à cette époque, on ne pouvait même constater la présence de l'acide phosphorique dans le sol, qu'avec la plus grande difficulté; quant à une détermination quantitative, il n'y avait pas à y songer. La science nous a appris depuis que la potasse, la chaux et l'acide phosphorique sont des générateurs de la vie organique, et par conséquent de la force vitale.

Quant aux roches et aux espèces minérales dont les débris ont formé nos terres arables, on sait que leur composition varie à l'infini. Il y a des roches qui sont riches en potasse et qui, comme le feldspath, ne contiennent pas de chaux, d'autres manquent de silice et de magnésie ou ne renferment, comme les pierres calcaires, que des traces de potasse; ce n'est que par exception qu'on est parvenu à déterminer la quantité en

poids d'acide phosphorique contenue dans certaines roches assez peu répandues.

De même que l'or dans les districts aurifères de l'Amérique et de l'Australie, le sol arable est un résidu, résultant d'actions mécaniques exercées sur les roches par des agents énergiques, qui les ont broyées, et d'actions chimiques qui les ont attaquées et décomposées. Le gravier granitique des environs de Darmstadt, dans lequel on reconnaît facilement le feldspath, le mica et des parties de quartz, est tout aussi improductif que le sable quartzeux ou le marbre pulvérisé. Il faudrait peut-être un millier d'années pour y former une couche arable d'une ligne d'épaisseur, comme on en voit dans les plaines de quelques larges vallées et les basses terres, qui sont composées de différentes roches, telles que le basalte, le granit, le porphyre, etc., et pour donner à cette couche de terre les propriétés chimiques et physiques nécessaires à la vie des plantes.

Nos agronomes modernes enseignent que le sol fertile est inépuisable quant aux substances fixes nécessaires à la vie des plantes ; aussi toute la pratique de l'agriculture est-elle aujourd'hui basée uniquement sur ce principe : c'est que l'augmentation des produits ne peut être déterminée que par l'addition de matières organiques dont les éléments ne proviennent pas du sol, mais de l'atmosphère.

Dans ces questions si pratiques qui traitent des récoltes, du sol et des grains, le praticien prétend que la géologie et la chimie n'ont rien à dire ; il n'y a que la pratique qui puisse décider, et celle-ci est loin de confirmer les décisions de la science.

Recherchons maintenant en quoi consiste cette pratique et sur quels principes elle appuie ses leçons. Si

elle est dans le vrai, elle doit assurer aux champs fertiles la durée de leur fertilité; elle doit créer pour le cultivateur praticien des moyens de rendre leur fertilité aux champs épuisés par la culture. Si celui qui met ses préceptes en pratique, voit que ces moyens lui manquent, elle est condamnée de fait.

Depuis l'origine de la dispute au sujet des principes scientifiques à suivre en agriculture, un grand nombre de cultivateurs éclairés m'ont fait part d'observations très-intéressantes qu'ils ont faites dans la pratique, sur la justesse de ces principes et qu'ils hésitaient à publier dans une revue agricole de peur de s'engager dans une lutte qu'ils ne pourraient soutenir, faute de connaissances suffisantes, comme ils le disaient avec trop de modestie. Dans la position où je me trouve, je n'entretiens, comme on peut le croire, que des rapports sociaux, mais fort agréables et instructifs pour moi, avec des agriculteurs qui cultivent eux-mêmes leurs terres, et si, dans ces lettres, il est question d'agriculture pratique et d'agriculteurs praticiens, j'entends, par ceux-ci, les écrivains agricoles et, en général, tous ceux qui, par leurs écrits et par leurs discours, ont cherché à propager la science de l'agriculture. Parmi nos agriculteurs, il se trouve un grand nombre d'hommes de grande intelligence et de grand savoir qui, comme les patriciens, les généraux, les législateurs et les consuls de l'ancienne Rome, considèrent l'agriculture comme la plus noble de toutes les professions et cultivent eux-mêmes leurs terres; personne ne peut raisonnablement exiger que ces hommes rendent compte de théories et de préceptes qu'ils n'ont pas faits eux-mêmes, mais ont appris et adoptés comme élèves.

Un tout autre rapport existe entre la science agricole

et les professeurs d'agriculture pratique, dont personne ne peut contester la compétence à discuter les questions importantes qui leur sont posées. On doit absolument exiger d'eux qu'ils possèdent la physique, la chimie et la géologie, pour le moins ce que l'on enseigne dans une école ordinaire, afin qu'il ne puisse plus s'élever aucun doute sur leur aptitude à saisir les questions à résoudre.

On peut se former une idée assez nette sur ces principes, par la simple exposition des idées développées dans un ouvrage tout récent de l'un de nos professeurs d'agriculture les plus célèbres et les plus influents. Cet ouvrage expose l'opinion de l'écrivain sur la composition du sol, les causes de sa fertilité et de son epuisement, et sur l'action du fumier. Le but que se propose l'auteur de cet écrit est de corriger la théorie agricole et de la mettre d'accord avec l'expérience pratique (1).

Dans l'application qu'il fait de sa théorie à la pratique, il pose en principe fondamental que :

« Le sol en général (la couche arable et le sous-sol) est à peu près inépuisable en substances nutritives minérales, substances qu'il a de sa nature et qu'il fournit aux plantes par sa décomposition. » (p. 116).

La question suivante que lui-même avait posée :

« Le sol de nos champs (couche arable et sous-sol) est-il d'une constitution telle que, dans un temps plus ou moins court, il puisse être privé de toutes ses substances minérales solubles, à cause de la non-restitution de ce qu'on lui enlève dans les récoltes ? »

Il la résout de la manière suivante (p. 28) :

« Le sol est formé de roches décomposées, et repose

(1) *De la nutrition des plantes cultivées. Examen des 50 thèses du baron Justus de Liebig, au point de vue agricole*, par Gustave Walz, directeur de l'école agricole et forestière de Hohenheim. Stuttgard, 1857.

soit sur la roche qui l'a formé, soit partout ailleurs : celui qui a changé de place peut néanmoins être resté le même et pour le moins correspondre à l'espèce de roche dont il tire son origine.

» Toutes les variétés de roches se décomposent; là où les produits de cette décomposition ne s'éloignent pas, ceux-ci les recouvrent sans changer de place.

» Leur décomposition a lieu principalement par l'action des agents atmosphériques, qui vont attaquer la roche même, au-dessous de la couche de décombres, formée par les produits en décomposition qui le recouvrent.

» Si un sol n'est fertile que pour une seule espèce de plantes, s'il renferme en quantité suffisante et en proportions convenables les substances nutritives minérales de ces plantes, dans un tel état qu'elles puissent être absorbées avec facilité, et si, comme terrain de décomposition, il occupe encore sa place primitive, *la roche qui se trouve en dessous renferme les mêmes substances nutritives minérales* que le sol et dans les mêmes proportions.

» Lorsque, au moyen des récoltes, nous enlevons au sol les principes fixes qu'il renferme, son volume diminue et les agents atmosphériques se rapprochent davantage de la roche. Celle-ci se décompose en une quantité égale à la masse de substances fixes enlevées au sol, de sorte que nous pouvons en retirer des produits sans chercher à remplacer ces substances nutritives minérales, aussi longtemps qu'elles se trouvent dans le sol et dans la roche qui les fournit.

» Admettant que le terrain d'un hectare pèse 4 1/2 millions de kilog. et contienne 10 p. c. de substances nutritives minérales, en proportions convenables et en un état tel, qu'elles puissent être facilement absorbées, ce terrain peut porter, sans qu'on y supplée, 1,829 ré-

coltes de céréales; une bonne culture triennale peut y résister pendant 2,742 ans, sans qu'il y ait besoin de lui rendre des substances minérales. Si, au commencement de la mise en culture, la roche, comme cela arrive dans la plupart des cas, s'était déjà trouvée en décomposition à plusieurs pieds de profondeur, la culture triennale aurait pu exister encore 2,742 ans de plus. — Au bout de ce temps, la roche, à son tour, sera décomposée en dessous du sous-sol. On peut donc continuer à cultiver tant que dure cette décomposition et que les substances nutritives fixes ne sont pas entièrement absorbées. Mais en dessous se trouve encore une autre variété de roches, etc.

» Par ce nous enlevons des matières fixes au sol, son volume diminue. Mais le cultivateur conserve sa couche arable toujours également profonde et va chercher dans le sous-sol une masse égale à celle qui a été enlevée. Si toutes les substances nutritives minérales de la couche arable sont complétement absorbées, nous avons fait dans celle-ci une perte de 10 p. c. et nous reprenons ces 10 p. c. dans le sous-sol. Ceux-ci ne renferment à leur tour que 10 p. c. de substances nutritives minérales : on n'a donc restitué au sol que 1/10 de celles qu'il a perdues, les 9/10 restants ne sont que du lest. La seconde période de la culture triennale ne durerait donc plus 2,742 ans, mais seulement le dixième de ce nombre ou 274 ans, et, après plusieurs périodes semblables, le sol serait épuisé pour la première fois. A la fin, il ne resterait plus rien d'autre que la silice insoluble et l'argile. Pour rendre de nouveau le sol fertile sous le rapport minéral, on devrait lui restituer les substances nutritives fixes qui lui ont été soustraites ou enlever le lest qui recouvre le sous-sol. La nature nous aide dans cette

opération, par la position plus ou moins inclinée du sol et au moyen de l'enlèvement mécanique des terres par la pluie.

» Enfin il faut tenir compte des substances minérales que la pluie et le vent fournissent au sol.

» Ainsi la restitution des substances fixes enlevées par les récoltes, et qu'on devrait faire après un temps plus ou moins long, ne doit avoir lieu sur le champ que nous avons supposé, qu'après des milliers d'années. Si le champ en contient 1 p. c., ce sera après des centaines d'années, avec 1/10 p. c., après des dizaines.

» Un sol qui s'est transporté se comporte de même que celui qui repose sur sa roche primitive : la roche sous-jacente se désagrège à son tour, etc. »

Notre auteur termine sa dissertation en ces termes :

« *Les deux propositions suivantes*, savoir : L'augmentation de la fertilité du sol au moyen des jachères et du travail mécanique, et l'enlèvement des substances fixes dans les récoltes sans chercher à les remplacer, ont pour résultat une stérilité persistante au bout d'un temps plus ou moins long.

» Si le sol doit conserver sa fertilité, on doit lui restituer au bout d'un certain temps les substances nutritives fixes qui lui ont été enlevées, c'est-à-dire que la composition du sol doit toujours rester la même.

» *Ces deux propositions*, dit-il, *ne trouvent leur application, dans le moment actuel, que sur les terres de mauvaise qualité qui avaient besoin d'être stimulées dès le principe.* »

Ces argumentations de l'un de nos professeurs les plus distingués, assertions qui doivent être d'accord avec les expériences qu'il a faites, seront, je pense, de nature à faire naître chez nos cultivateurs sensés, des doutes

sérieux sur l'exactitude des préceptes agricoles qui sont aujourd'hui le plus en faveur.

Pour être convaincu que *les terres de mauvaise qualité ont seules besoin, pour produire de nouvelles récoltes, qu'on leur rende les substances nutritives fixes qui leur ont été enlevées,* le simple bon sens exige une preuve complète, tirée de la pratique agricole ordinaire. Il faudrait donc que des terres fertiles n'eussent pas besoin, pour conserver leur fertilité, qu'on leur rendît ces substances fixes, que ces mêmes terres produisissent une récolte chaque année, pendant vingt et même cent ans, sans être indemnisées des pertes qu'elles auraient faites !

Cette preuve, la seule par laquelle notre auteur pouvait, à son point de vue, réfuter les résultats de l'analyse chimique du sol, il ne nous l'a pas donnée, pas plus qu'il ne nous explique ce qu'il entend par ces mots « terres fertiles. » Il est clair que s'il entend par là des terres comme on en rencontre encore, par exception, en Hongrie, dans plusieurs contrées de la Russie, dans les bas-fonds et les vallées, et qui paraissent inépuisables parce qu'elles ne sont pas encore épuisées, il est clair qu'alors les 99/100 des champs que l'on nomme *fertiles* en Bavière, en Prusse et en Saxe, sont dans un fort mauvais état, supposition que personne n'oserait émettre.

Mais notre agronome ne s'arrête pas à ces faits-là, il se crée lui-même des arguments à sa façon; sans nous dire ce qu'il entend par *roches, sol* ou *sous-sol*, ni de quelles roches, sols et sous-sols il veut parler, il disserte comme si toutes les variétés de sols, de roches et de sous-sols étaient identiques, et nous laisse croire que tous les terrains, après leur épuisement, renferment, comme résidus, du quartz et de l'argile, chose qu'au fond il ne croit pas lui-même, parce que, d'après cela, la ma-

jeure partie du Wurtemberg serait privée de sol arable.

Pour parvenir à s'entendre, il est nécessaire qu'on s'entende; mais, si l'on attribue à un même mot tantôt une signification, tantôt une autre, il est impossible de s'accorder. Il faut assigner à chaque mot un sens bien précis. Une idée scientifique ne diffère d'une idée ordinaire que par sa précision et sa fixité.

Lorsqu'un cultivateur parle de son bétail qui lui fournit le lait et le fumier tout à la fois, son voisin, cultivateur aussi, sait qu'il a voulu entendre par là « *les vaches.* » Les expressions *production du lait* et *production du fumier* ne comportent pas, au point de vue de la science, l'idée de *vache,* car elles n'excluent pas l'idée erronée sans doute, que toutes les bêtes qui nous fournissent du lait et du fumier sont des vaches, ou qu'une vache qui ne donne pas de lait, mais bien du fumier, n'en est pas une.

Il en est de même quant au sens que la chimie attache au mot *sol* ou à celui que nous attachons au mot *expérience.* Celui-ci, considéré sous un point de vue non scientifique, me rappelle toujours cet homme qui éternuait un jour qu'il tonnait, et qui par le plus beau temps du monde, ne sortait jamais sans son parapluie, lorsqu'il lui était arrivé d'éternuer le matin, parce que, fort *de son expérience,* il était sûr qu'il y aurait de l'orage.

Dans l'argumentation de notre agronome, il n'est, en réalité, pas question du *sol,* c'est-à-dire de ce que le cultivateur appelle sol dans la pratique; mais on ne saurait nier que l'auteur n'y fasse preuve de beaucoup de sagacité et de profondeur.

La diminution du volume du sol, au moyen de la perte des substances minérales fixes, est évidente; si je ne me trompe, elle est en épaisseur et par an, pour le

cas de la culture triennale, la quarantième partie de la grosseur d'un fil d'araignée. Quant à la manière dont la nature aide les plantes à puiser leur nourriture dans le sous-sol, lorsque la couche arable est épuisée, elle est tout aussi *profonde*, tout aussi *admirable :* le sol est par rapport aux plantes à peu près comme un tas formé de 9/10 de quartz et 1/10 d'avoine en présence d'une multitude de poules. Lorsque ces oiseaux ont becqueté toute l'avoine du tas, arrive le coq, lequel, comme la nature, disperse au loin tout le reste. Où vont ces 4 millions de kilogr. de lest enlevés annuellement de cette manière sur 1,829 hectares de terre? C'est ce que cet esprit *pénétrant* nous expliquera encore en même temps qu'il nous démontrera que le champ du voisin ne subit aucune perte, lorsque le vent et la pluie lui enlève ses éléments minéraux, pour les porter sur le nôtre!

L'agronome en question, — afin de renverser une conclusion des sciences naturelles exactes, qu'il tient pour fausse, — trouve un fait qui n'existe pas dans la nature, un fait à peu près impossible ou tout au moins inconnu, et la conclusion qu'il en tire, il l'applique au cas qui nous occupe. Il suppose un champ fertile, très-riche en principes fixes des végétaux, et lui fait recevoir par-dessous, fort adroitement il est vrai, ce qu'il lui a enlevé à la partie supérieure. Après l'avoir rendu ainsi inépuisable, il conclut que toutes les terres également fertiles et qui produisaient des récoltes successives sans s'épuiser, doivent se conduire exactement comme celle-là ; d'où il suit que les sols les plus mauvais et qu'on ne doit pas considérer comme tels, qui sont simplement stériles, avaient seuls besoin d'être améliorés dès le principe, car il est impossible d'admettre que, manquant de substances nutritives minérales, ils aient pu produire sans leur concours. —

D'après cela il est clair que, si toutes les terres fertiles sont inépuisables en substances minérales fixes, celles qui sont improductives en auraient seules eu besoin pour devenir fertiles, et devraient rester productives par le remplacement de ces substances, au fur et à mesure qu'elles seraient enlevées.

Si un paysan ignorant, qui a toujours vu, pendant trente ans, qu'après avoir labouré et semé il obtenait une récolte, qui sait que son père et son grand-père, ont aussi, chacun pendant trente ans, récolté sur le même champ après l'avoir labouré et semé ; si ce paysan, dis-je, appuyé sur ces faits-là, croit pouvoir en conclure que son champ lui fournira toujours des récoltes pendant trente, soixante et même cent ans, on doit lui pardonner à cause de son ignorance. — Mais si le même paysan raconte que son père, son grand-père et lui-même ont dû fumer ce champ tous les ans, et qu'il prétende après cela que le sol n'a jamais reçu de principes nutritifs fixes dans le fumier ou que ces principes nutritifs n'ont exercé aucune influence sur les récoltes et que leur concours a été complétement inutile, nous devons à regret le laisser là.

Si ce paysan avait été capable de faire la moindre observation, il se serait peut-être aperçu que son tas de fumier perdait de ses principes actifs et que son grand-père, avec beaucoup moins de fumier, obtenait des récoltes bien autres que celles qu'il retire actuellement avec tout son fumier ; il aurait remarqué qu'il est forcé maintenant d'introduire dans sa culture des plantes dont son grand-père n'a jamais eu besoin pour rendre ses terres plus productives en froment.

Nous avons toujours cru que l'agriculture cherche par tous les moyens à produire du grain et de la viande, et que

toutes les recherches des professeurs d'agriculture pratique ont eu constamment pour but de maintenir le sol dans un état permanent de fertilité. Aujourd'hui nous sommes mieux renseignés par les écrits de nos agronomes modernes : la production du grain et de la viande est subordonnée à celle du *fumier*.

Le sol, disent-ils, est toujours fertile pour les céréales, pourvu qu'on ait du fumier en quantité suffisante. « Avant tout, il nous faut produire assez de fourrage, les céréales viendront alors toutes seules. — La théorie n'apprend pas grand'chose au cultivateur, quand elle lui recommande de forcer la nature et lui enseigne qu'on peut se passer de fumier. (W., page 127.) — L'agriculture ne demande pas à être affranchie de la nécessité des rotations, puisqu'elle pourrait s'y soustraire en partie, si elle pouvait fumer les champs plus fortement. (W., page 129.) — La plupart des cultivateurs aimeraient, en tous cas, beaucoup mieux ne cultiver que le froment et le colza ; mais, sans une rotation convenable, on ne peut obtenir de fumier. » (W., p. 129.) — Le fumier est le matériel qu'il faut employer dans l'industrie agricole. Par conséquent, un sol est riche quand il produit beaucoup de fumier, il est pauvre quand il n'en produit que peu (1). Le trèfle et les diverses sortes de luzerne sont des plantes qui produisent par elles-mêmes le fumier, et, comme le fumier est l'âme de l'agriculture, tout doit dépendre de ces plantes.

Les agronomes praticiens ont, comme on le voit, réduit la plus difficile de toutes les professions ; en effet, elle doit obtenir ses produits avec l'aide des machines les plus compliquées, les êtres organisés ; elle est constamment

(1) De là cette division en plantes qui ménagent, absorbent ou enrichissent le fumier.

dépendante de diverses influences auxquelles la puissance humaine ne peut commander et repose, en définitive, sur ce principe bien simple que le paysan le plus imbécile peut comprendre facilement, c'est-à-dire la *production du fumier* au moyen de *plantes fourragères.*

Et à quelles conclusions l'amour du fumier a-t-il conduit cette belle théorie? On constate clairement l'état actuel de nos champs en entendant les plaintes suivantes, aussi touchantes que dignes de pitié :

« *Si les sciences naturelles pouvaient nous fournir le moyen de cultiver, à la même place et avec les mêmes résultats, le trèfle, la luzerne et le sainfoin, plus souvent que ce n'est le cas d'après les expériences actuelles, la pierre philosophale de l'agriculture serait trouvée, et nous saurions bien en opérer la transformation sous la forme la plus convenable aux besoins des hommes.* » (W., p. 127.)

Et voilà la conclusion des leçons de ces hommes sages, prudents et éclairés, qui prétendent que les terres fertiles sont inépuisables en substances minérales propres à la nourriture des plantes!

La science actuelle n'est bonne donc qu'à créer du fumier; ils ne veulent rien apprendre d'elle; ils ne veulent qu'un petit morceau de la pierre philosophale. Alors ces gens si pleins d'expérience, si ferrés sur la chimie, la géologie et la botanique, prétendent produire en abondance de la viande et du pain! Mais un simple valet de ferme peut en faire autant, si on lui donne seulement du fumier. On ne maltraite, on ne tourne en ridicule le petit «Japhet qui cherche son père, » le pauvre enfant nommé *théorie minérale,* que parce qu'il rappelle que « les plus grandes bourses finissent par se vider quand on y puise toujours sans y rien remettre. » Qui aurait pu penser, il y a vingt

ans, alors qu'on avait suffisamment de fumier, qu'il arriverait un temps où ces sottes et capricieuses plantes fourragères se permettraient de ne plus fournir d'engrais et se refuseraient à ménager et à enrichir le sol ! Celui-ci est hors de cause, d'après ces messieurs, car ils enseignent que le sol est inépuisable, et ceux qui possèdent encore assez de fumier les croient et s'imaginent que les sources auxquelles ils vont puiser ce fumier ne tariront jamais. Vraiment, si ce pauvre sol pouvait beugler comme une vache ou un bœuf dont on veut retirer un maximum de lait ou de travail, en ne leur donnant que le moins de fourrage possible, il serait pour le cultivateur pire que l'enfer du Dante. La méthode de culture, si *avantageuse,* de l'agriculture moderne, n'est possible que sur les grandes propriétés, car le gaspillage finit très-rapidement sur les petites. Si, au lieu de l'écorcher tout vif, ils avaient soigné le veau, celui-ci serait peut-être devenu un bœuf, et nous aurions été délivrés de la crainte de devoir marcher nu-pieds à l'avenir.

Au reste, il ne faut pas encore se laisser aller au désespoir.

Ces hommes sages, prudents et expérimentés ont trouvé le moyen de mettre fin à ce besoin permanent de fumier. « Ce moyen, disent-ils, consiste uniquement à ne plus se servir que de fumier frais, au lieu de fumier consommé. Si les cultivateurs négligents, qui n'ont pas encore mis ce procédé en pratique, voulaient en faire usage, ils éviteraient par là bien des plaintes sur le manque de fumier !

» De tous côtés, on se plaint tellement du manque de fumier, on se donne tant de peines pour favoriser la végétation, on cultive tant de plantes fourragères pour faire beaucoup de fumier, et lorsqu'on y est parvenu, on laisse

ce fumier se gâter en tas. On peut admettre qu'il est employé dans notre culture, lorsqu'il est à moitié consommé. Pour parvenir à cet état, le fumier perd 25 p. c. de sa masse et *la majeure partie de son azote; je veux admettre que ce qu'il en a perdu équivaut à ce qui en reste.* Si les cultivateurs employaient leur fumier le plus frais possible, il y aurait tout au plus une perte de 5 p. c., et nos plantes cultivées auraient une plus-value de 20 p. c. Ces 20 p. c. ne serviraient pas seuls à la nourriture des plantes ; celles-ci en absorberaient encore dans l'atmosphère et dans le sol.

» Il n'est pas besoin d'augmenter la production des fourrages, aussi longtemps que nous ne voulons pas renforcer encore la végétation. Les 20 p. c. du capital en fumier pouvaient être transformés en un surplus de production de grains qui, le bétail restant le même, deviendrait proportionnellement d'autant plus grande. D'après cela, les offres en grains auraient été plus considérables, leurs prix plus modérés et plus en rapport avec la production du bétail. Mais cela aurait encore procuré des avantages bien plus importants : au lieu d'employer nos 20 p. c. de fumier à la production du grain, le même cultivateur aurait pu restreindre de ces 20 p. c. des récoltes fourragères. La production de grain en restait la même; celle du bétail se trouvait diminuée de 20 p. c., mais son prix se maintenait plus élevé, au lieu que celui du grain ne changeait pas. Si ces 20 p. c. de fumier sont employes, la majeure partie à la culture du froment et le reste à celle des fourrages, les producteurs et les consommateurs en retireront également du profit; seulement celui-ci sera, comme de juste, plus grand du côté des producteurs , — tout cela à cause de 20 p. c. de matières volatiles, que le cultivateur peu soigneux

aurait laissé perdre par sa négligence à prendre soin de son tas de fumier. » (P. 132.)

D'après un tel raisonnement, il est incontestable, si l'on avait pu conserver encore quelques doutes à cet égard, que l'agronome en question n'accorde pas la moindre valeur aux substances minérales du fumier, mais attribue tout l'effet de celui-ci à la quantité de matières combustibles qu'il renferme.

Avec les 20 p. c. de ces substances que perd le fumier frais lorsqu'il se consomme par l'âge, cet homme si expérimenté voudrait nous faire croire qu'il peut produire 20 p. c. de plus en grains, en trèfle, ou en viande.

Parce que le fumier pailleux a, par hasard, amélioré une fois la condition physique de ses champs et que son action a été plus efficace que celle du fumier bien consommé, il nous enseigne, contrairement à ce qu'ont prouvé plus d'un millier de faits, que le fumier frais produit sur *tous* les terrains des récoltes plus abondantes ; il veut nous faire croire que, si l'on n'enlevait de nos champs que le grain et qu'on y laissât la paille pour être enfouie dans le sol, la fertilité devrait augmenter l'année suivante en proportion de ce que la paille aurait perdu, si l'on s'en était servi comme litière, afin de la convertir en fumier !

Quelle est donc la cause de cet effet si remarquable du fumier frais et de sa supériorité sur le fumier consommé ? Notre homme d'expérience va nous l'apprendre : « *Le fumier frais*, dit-il, *renferme plus d'azote que le vieux; celui-ci, au contraire, contient plus de substances nutritives minérales.* » (W., p. 101.) Et voilà pourquoi le fumier est plus efficace à l'état frais que lorsqu'il est consommé ! L'analyse chimique nous montre cependant *que celui-ci renferme plus d'azote que*

l'autre. Mais pour des choses semblables, c'est *l'expérience* qui doit décider, et, comme l'augmentation des récoltes ne peut être, d'après lui, qu'un résultat d'une plus grande quantité *d'azote* fournie au sol, il est clair comme le jour que c'est l'analyse chimique qui a tort !

Ce surplus de 20 p. c. de fumier ne paraît cependant pas à notre professeur d'agriculture pratique devoir être tout à fait suffisant, car il dit: «Puisque les matières qui fournissent le fumier, c'est-à-dire le foin et la paille, sont à un prix élevé, que le cultivateur doit à tout prix se procurer du fumier et que celui-ci se maintient passablement cher à cause du bas prix des produits du bétail, il a naturellement cherché depuis longtemps les moyens de remplacer ce fumier qui lui manque. Ce moyen, nous l'avons récemment trouvé dans le guano. »

Qu'est-ce donc que le guano, et pourquoi son emploi est-il utile au cultivateur?

Le guano provient du résidu de la fiente d'oiseaux qui se nourrissent de poissons et qui sont conséquemment carnassiers; il contient les substances minérales fixes de la chair des poissons, et de plus une certaine quantité de sels ammoniacaux.

D'après les comparaisons qui en ont été faites, on a trouvé que les meilleures espèces de guano renferment les substances minérales fixes du grain et de plus une certaine quantité de phosphate de chaux, qui est l'élément principal des cendres de nos graminées et de nos plantes fourragères. L'action du guano sur nos grains est facile à saisir. Depuis des siècles, nous avons enlevé, au moyen de la culture des grains, les substances minérales fixes contenues dans ceux-ci, le bétail en a transformé une immense quantité en phosphate calcaire (qui

se trouve dans les os), *on ne l'a pas remplacé dans le sol;* et on n'a laissé aux champs que les éléments pour la production de la paille.

L'augmentation dans la production du grain, par l'application du guano comme engrais, est une conséquence naturelle de la restitution faite au sol des éléments du grain qu'on lui avait enlevés en si grande quantité; et l'étonnement que cause au cultivateur l'action si puissante du guano est fondé sur ce qu'il voit que quelques poignées de guano font plus d'effet qu'une charretée de fumier, et que la faible quantité d'engrais comparativement à la grande augmentation de produits confondent totalement ses idées sur le fumier.

Pour notre professeur d'agriculture pratique, le guano, comme cela se comprend aisément, n'est qu'un moyen de *produire du fumier*. L'idée qu'on doit s'en faire au point de vue agricole, *c'est qu'il n'est qu'un engrais supplémentaire, qui sert à augmenter notre capital en engrais*, aussi longtemps que nous pouvons nous en procurer aux sources qui le produisent. (W., p. 137.)

Il n'y a pas à douter non plus, d'après lui, que l'action du guano ne dépende entièrement de la quantité d'éléments volatiles et combustibles qu'il renferme; écoutons plutôt ce qu'il dit des résultats que son emploi a fait obtenir :

« L'usage général du guano ne peut avoir d'autre conséquence que de remplacer les 20 p. c. de fumier perdus en le laissant se décomposer en tas. Les cultivateurs qui laissent encore leur fumier se consommer font évidemment une sottise en achetant du guano, au lieu d'utiliser convenablement leur fumier. » (W., p. 137.) Mais quant aux principes fixes que renferme le guano, il s'en soucie peu.

Les idées de notre professeur sur les modifications que subissent les champs par la culture ne sont pas moins singulières.

« *Bien qu'on enlève les récoltes tous les ans, on peut cependant admettre que le sol fournit annuellement une production moyenne (par exemple, sur des prairies non fumées). C'est là la production naturelle du sol. Celui-ci s'arrête et demeure à un point qu'on pourrait appeler sa moyenne de production.*

» Que les plantes viennent à périr pendant une ou plusieurs années sur le sol qui les a produites, qu'elles s'y décomposent, alors les matières en putréfaction et les résidus qui en proviennent s'y amassent de plus en plus. De là résulte une nouvelle source des deux espèces de substances nutritives qui serviront à activer le développement des plantes.

» De nouvelles récoltes, augmentées de cette manière, enlèveront au sol plus de substances nutritives minérales, ainsi que ces matières résultant de la putréfaction des végétaux sur le sol.

» Après une série d'années et un nombre correspondant de récoltes, le sol a recouvré sa fertilité primitive, c'est-à-dire sa moyenne de production. Il en est revenu à sa composition originaire, et ces changements du sol sont la cause la plus vraisemblable de l'augmentation et de la diminution de sa fertilité.

» Le fumier provient de la décomposition des plantes et des matières animales, lesquelles contiennent aussi une certaine quantité de substances minérales fixes; c'est pourquoi le *fumier, tout aussi bien que les substances végétales en décomposition sur le sol, peut favoriser le développement des plantes.* »

De ces propositions, qu'on nous donne pour des prin-

cipes d'agriculture, il résulterait que nos champs cultivés se comportent tout à fait comme des prairies non fumées ; faisons produire à un seul et même champ du grain, des betteraves ou du trèfle, et chaque année nous en obtiendrons, sans fumure, à peu près la même récolte. Voilà la production naturelle ou, si l'on aime mieux, la production moyenne du sol !

Laissons les herbages, le grain, le trèfle mourir, se décomposer sur la surface du sol, nous obtenons ainsi un amas de fumier qui rend le sol plus fertile. Nous obtenons ainsi des récoltes plus abondantes, et nous enlevons, par là, plus de substances minérales qu'auparavant, ce qui appauvrit nécessairement la terre.

Après que nous avons fait cela, plusieurs années de suite, le sol, privé de ses substances nutritives, rentre dans son *état de fertilité ordinaire*. Il est de nouveau revenu à sa composition primitive, c'est-à-dire qu'il ne contient pas plus de substances combustibles qu'auparavant; et comme les autres conditions sont restées les mêmes, la modification qu'il subira (l'augmentation ou la diminution de substances combustibles) sera vraisemblablement la cause de l'augmentation ou de la diminution de la fertilité.

Tous les principes et les observations que nous avons extraits du livre en question ne sont pas l'opinion d'un seul homme, mais, à quelques exceptions près, de tous les cultivateurs pratiques en général. L'auteur n'a pas inventé ce qu'il enseigne, il ne fait que répéter ce qu'il a appris. J'ai relevé ces préceptes, non pas pour en faire une critique malveillante, mais parce que, sans donner une idée des vues de l'*homme pratique,* mes propres leçons pourraient bien ne pas être comprises maintenant et peut-être paraître à l'avenir sans but et sans valeur.

Qu'on me permette un dernier mot. Les citations que je viens de faire servent à l'intelligence de la discussion qui a surgi parmi les praticiens à propos de la valeur théorique et pratique des principes scientifiques ; on va maintenant comprendre pourquoi ces principes sont si difficilement admis par le cultivateur pratique.

Beaucoup de cultivateurs pensent que, dans cette discussion, il s'agit de *mots* et non de *principes*, et qu'un arrangement serait possible ; ils croient que, si l'on admettait, d'une part, l'action des substances minérales et, d'une autre, celle des substances combustibles, la discussion serait bientôt amenée à bonne fin. Si la lutte soutenue en faveur des principes scientifiques, n'avait réellement de but plus sérieux que de faire mettre des oignons dans une sauce ou de faire ouvrir un œuf par un bout plutôt que par l'autre, alors, je le déclare, ils auraient raison.

Ils ont tout autant raison que s'ils prétendaient que le meilleur brasseur de la bière de Munich la plus renommée est l'homme le plus convenable pour occuper une chaire sur l'enseignement de la brasserie (1). Pour ma part, je ne crois pas que M. Sedlmayer, de Munich, recommanderait fortement un pareil homme pour l'enseignement de la brasserie, quand même il aurait, pendant vingt ans, dirigé avec zèle et succès son vaste établissement.

(1) Ceci a rapport à l'organisation d'un grand nombre d'établissements pour l'enseignement agricole en Allemagne. Ils ont, pour la plupart, une vaste étendue de champs, qui sont administrés comme les autres biens domaniaux. L'école et les champs se trouvent réunis dans la personne du directeur, qui est chargé à la fois de l'administration des propriétés et de la direction de l'école ; le plus souvent il a une part dans les bénéfices de l'exploitation. Il y a, à la vérité, des hommes capables de remplir cette double mission, mais, en général, un praticien n'est pas un professeur, et celui-ci n'est pas un homme à s'occuper activement de retirer les plus grands bénéfices possibles d'une exploitation agricole.

DIXIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

Devoirs du cultivateur instruit et des professeurs d'agriculture. — Loi naturelle pour l'augmentation et la durée des produits des champs. — Culture de gaspillage. — Culture rationnelle. — Observations sur le mode de culture pratiqué en Amérique. — Culture intensive. — Rapports entre la production du trèfle et celle du grain. — Système de culture avec jachères, avant la guerre de Trente Ans. — Commencement de la culture du trèfle en Allemagne. — Culture triennale. — Culte qu'on semble rendre au fumier. — Erreur de l'agriculture moderne à ce sujet.

Le cultivateur empirique est un industriel qui fabrique de la viande et du grain; il cherche, sans penser plus loin, à retirer de ses terres le plus de produits possible : les meilleurs procédés pour lui sont ceux au moyen desquels il obtient les produits au plus bas prix et dans le moins de temps possible. Et comment cela ne serait-il pas? On a toujours fait ainsi depuis des siècles, et il fait, à son tour, ce qu'il a appris. Ceux qui l'ont précédé ne se sont jamais demandé ce que devient le sol, ni l'effet que l'emploi de leurs procédés produirait sur le sol; pourquoi s'en inquiéterait-il? Lorsqu'il parvint à gagner sa vie, à retirer son fermage ou l'intérêt de son capital, et à se créer en outre une fortune, c'est pour lui une preuve que ses procédés sont les meilleurs du monde. Ses froments, ses trèfles, ses plantes-racines ne

réussissent-ils plus comme auparavant, il essaie si d'autres variétés ne produiront pas davantage. Il attribue la cause des diminutions qu'il éprouve dans ses récoltes à tous les événements qui ont eu lieu depuis que cette diminution s'est fait ressentir; comme, par exemple, à une forêt voisine que l'on aurait abattue, à la construction d'un chemin de fer ou d'une fabrique de produits chimiques dans le voisinage, aux orages qui ont signalé l'année précédente, etc. D'après lui, il est impossible que cette diminution soit le résultat de ses procédés, car il n'a jamais changé depuis des années; son tas de fumier est toujours aussi gros, et ses champs ont toujours la même apparence qu'auparavant.

Comme industriel, il est dans la position d'un cordonnier qui ne se préoccupe, ni de l'origine du cuir de semelle ou de tout autre cuir, ni de ses qualités, car, s'il le fait, il ne nous fournira probablement pas des souliers solides et à bon marché. Le vrai cordonnier ne se soucie pas de ces choses dont un autre doit s'inquiéter à sa place. S'il a de l'instruction, il étudiera l'anatomie du pied, il fabriquera des souliers qui flattent l'œil des dames et des bottes qui ne donnent pas de cors et ne déforment pas les pieds. Ce cordonnier hors ligne n'aurait garde d'entrer en discussion avec un chimiste sur le cuir, la poix et le fil, parce qu'il n'en aurait pas le temps, mais il serait charmé que celui-ci voulût bien lui apprendre à reconnaître et à distinguer les diverses et les meilleures espèces de cuir, pour faire de bonnes empeignes et des semelles solides.

Le devoir de l'agronome éclairé et du professeur est bien plus élevé : celui-ci doit s'élever au-dessus de la pratique, s'attacher à la maintenir et à la diriger dans la bonne voie; il doit soumettre à un examen sévère les

méthodes de culture du cultivateur empirique et l'amener à une connaissance approfondie de ses actes. L'agriculteur éclairé doit rechercher si les procédés qu'il applique sont conformes ou contraires aux vrais principes et aux lois de la nature ; il doit toujours avoir présent à l'esprit que le but de la pratique est non-seulement d'obtenir des produits d'une plus grande valeur, mais encore d'une durée perpétuelle.

Lorsque le professeur d'agriculture, au lieu d'aider ainsi la pratique et de suppléer à ce qui lui manque par rapport à la théorie, se met dans la tête de justifier les méthodes de culture empiriques du cultivateur; lorsqu'il s'aperçoit que ces méthodes sont en contradiction avec les lois naturelles les plus solidement établies, et qu'il en conclut que ces lois ne sont d'aucun usage dans la pratique, et que l'agriculture ne doit pas leur être soumise; lorsqu'il prétend que la pratique et la théorie sont deux choses indépendantes l'une de l'autre, et que ce qui est vrai dans l'une peut être faux dans l'autre, il se place bien au-dessous du cultivateur pratique, qui ne trouve dans ces leçons aucun enseignement, parce qu'elles ne font que répéter ce qu'il sait déjà, avec quelques explications inintelligibles.

Une loi de la nature, simple et importante tout à la fois, règle l'accroissement et la durée des produits du sol. Le premier dépend de la somme de toutes les conditions de fertilité qu'il renferme ; la seconde de la présence continue de ces conditions.

Un cultivateur pratique, Albert Block, doit avoir dit : « Tout ce qu'une culture peut aliéner d'une manière durable doit être équivalent à la production de l'atmosphère; — un champ auquel on n'enlève rien ne peut qu'augmenter et jamais diminuer en puissance fertilisante. »

On peut exprimer cette pensée de la manière suivante : « Une culture peut aliéner d'une manière durable tout ce qui est équivalent à la production de l'atmosphère ; — un champ auquel on enlève quelque chose ne peut ni conserver ni augmenter sa puissance fertilisante. » Cette proposition est conforme à la loi naturelle, et ce principe d'un cultivateur aussi expérimenté qu'Albert Block, auquel l'agriculture élèvera un jour un monument, est la base de toute exploitation rationnelle du sol et exprime toute la sagesse que la science naturelle puisse enseigner au cultivateur pratique.

Tout acte du cultivateur, en opposition avec cette loi, mérite à juste titre le nom de *rapine*.

Si un fermier cultive alternativement sur trois champs des pommes de terre, du grain et des vesces, ou bien du trèfle, ou fait produire successivement au même champ des pommes de terre, du grain et des vesces, *qu'il vend les produits qu'il aura récoltés et qu'il reste plusieurs années de suite sans mettre d'engrais*, chaque paysan lui prédit sa ruine; il dit que la continuation de ce procédé est impossible. Quelques plantes qu'on choisisse pour la culture, quelques variétés de céréales, de plantes-racines ou autres qu'on emploie, et dans quelque ordre qu'elles se succèdent, le champ se trouve à la fin dans une situation telle, que les céréales y rendent à peine leur semence, que les pommes de terre n'y poussent pas le moindre tubercule et que les vesces ou le trèfle dépérissent après leur premier développement.

D'où il résulte évidemment qu'il n'y a pas de plante qui ménage le sol ou qui l'enrichisse.

Des faits innombrables démontrent au cultivateur pratique que, dans beaucoup de cas, la réussite d'une récolte dépend de la nature de celle qui précède et qu'il

est important de connaître l'ordre dans lequel elles doivent se succéder; ainsi la culture d'une plante sarclée ou celle d'une autre plante dont les racines prennent un grand développement, prépare parfaitement le sol pour une récolte de froment qui doit lui succéder. Celle-ci réussit beaucoup mieux et donne même d'excellents produits sans avoir reçu de fumier. Mais si l'on n'a rien gagné en fumier pour la récolte suivante, les conditions de fertilité du champ n'ont pas augmenté. Ce n'est pas la somme des substances nutritives qui a été augmentée, mais les parties actives de ces substances l'ont été, et leur action s'est trouvée momentanément accélérée.

L'état physique et chimique du sol s'était amélioré, la consistance du sol sous le rapport chimique avait diminué; toutes les plantes sans exception épuisent le sol, chacune à sa manière, dans ses conditions de fertilité à venir.

Il y a des champs desquels on peut obtenir les récoltes pendant six années consécutives; d'autres pendant douze ans, d'autres même pendant cinquante ou bien cent ans; mais le résultat est toujours le même : le sol perd sa fertilité.

En vendant ces récoltes, le cultivateur vend son champ; il vend ainsi certains principes de l'atmosphère, qui pénètrent d'eux-mêmes dans le sol; il vend certaines substances fixes du sol qui sont sa propriété et qui ont déjà servi à former le corps de la plante au moyen des principes atmosphériques. Lorsqu'il réalise les produits de ses terres, il prive celles-ci de toutes leurs conditions de fertilité future; une culture pareille mérite avec raison le nom de « *culture par rapine.* »

Si toutes les substances nutritives fixes que l'on a ravies au sol avec les récoltes lui étaient restituées chaque

année ou après chaque rotation, le sol conserverait toujours sa fertilité tout entière ; le profit du cultivateur serait un peu diminué par suite du rachat de ces substances fixes, mais son profit eût été durable.

Les substances nutritives fixes du sol sont un capital ; les éléments atmosphériques, les intérêts de ce capital : l'un aide à obtenir l'autre. Dans les produits du sol, il aliène une partie de son capital et les intérêts, au lieu qu'avec les substances nutritives fixes, son capital fait retour sur le sol, c'est-à-dire dans ses mains.

Toute culture qui ne rend pas au sol ce qu'elle lui prend amène l'appauvrissement. La contrée la plus riche, en son temps, de toute l'Europe, en or et en argent, était réellement la plus pauvre. Tous les métaux précieux que des flottes nombreuses apportaient du Pérou et du Mexique en Espagne, étaient dissipés en pure perte par ceux qui les possédaient, parce qu'ils avaient oublié ou plutôt parce qu'ils ne pratiquaient pas l'art de faire circuler les pièces de monnaie, pour les faire rentrer en leur possession quand ils en auraient besoin, et parce qu'ils ne savaient pas créer des valeurs dont les nations qui possédaient ces monnaies pouvaient avoir besoin. — La richesse ne saurait se maintenir autrement.

Ce n'est pas le champ en lui-même, ce sont les principes nutritifs fixes qu'il renferme pour la nourriture des plantes, qui font la richesse du cultivateur. Par leur moyen, il produit, pour le genre humain tout entier, les conditions indispensables au maintien de sa température et de ses forces pour le travail ; *la culture rationnelle*, opposée en cela à la culture par rapine, est fondée sur la restitution des principes fixes enlevés au sol, restitution qui permet au cultivateur de conserver à ses terres leur fertilité.

Les effets produits par cette culture de gaspillage ne sont peut-être nulle part plus sensibles qu'en Amérique. Là les premiers colons qui vinrent dans l'État de New-York, dans la Pensylvanie, la Virginie, le Maryland, etc., trouvèrent de vastes étendues de terrain qui, après un seul labour et un seul ensemencement, leur donnaient, pendant plusieurs années consécutives, une série de récoltes en grain et en tabac, sans que le cultivateur eût seulement besoin de penser à rendre au sol ce que les récoltes lui avaient enlevé (1).

(1) On écrit de New-York.— Lors de la discussion du projet de loi adopté par la chambre basse du Congrès, et allouant aux différents États six millions d'acres de terrains domaniaux pour l'érection et l'entretien d'écoles industrielles et agricoles, le rapporteur, M. Marrill, de Vermont, a démontré dans un discours remarquable, en s'appuyant sur des statistiques exactes, combien ces écoles étaient nécessaires à nos colons qui, dans l'exploitation de leurs champs, se livraient à un véritable vandalisme. Il a prouvé que, sous bien des rapports, et surtout sous celui de l'agriculture, nous sommes fort en arrière de l'Europe et que les déplorables suites de cet état de choses se faisaient déjà sentir d'une manière effrayante. Notre manière de cultiver, a-t-il dit, est partout si défectueuse, qu'elle appauvrit le sol d'année en année, et, si l'on diminue constamment la fertilité naturelle du sol, ce fait constitue un véritable vol commis par des particuliers au préjudice de la nation.

Le tableau suivant montre la diminution constante de la production agricole dans la plupart des États du Nord pendant une période de dix années. Le nombre de bushels (36,35 lit.) de froment produits par ces États étaient :

	1840.	1850.
Connecticut	87,000	41,000
Massachusets	157,923	31,211
Rhode-Island	3,098	49
New-Hampshire	422,124	185,368
Maine	848,166	269,259
Vermont	495,800	535,955
Total	2,014,111	1,090,132

Nous savons tous ce que sont devenus ces terrains si fertiles. En moins de deux générations, ces plaines si productives ont été changées en de véritables déserts, et, dans plusieurs districts, elles se trouvent dans un tel état, qu'en restant même en friche pendant un siècle, elles ne pourraient pas encore, au bout de ce temps, donner une récolte passable en céréales. Chaque cultivateur européen croit que sa méthode de culture fait exception et est meilleure que toute autre, il croit que l'expérience lui enseigne que les champs fertiles qu'il

POMMES DE TERRE.

Connecticut	5,414,258	2,689,865
Massachusets	5,585,652	5,585,384
Rhode-Island	911,973	651,029
New-Hampshire	6,206,606	4,504,919
Maine	10,592,280	5,456,040
Vermont	8,896,751	4,951,014
Total	30,180,500	19,418,191

Dans plusieurs États du Sud, la diminution dans la production est également remarquable. Voici le nombre de bushels de froment produits en 1840 et 1850 par quatre de ces États :

Tennessée	4,569,692	1,616,386
Kentucky	4,803,162	2,142,822
Géorgie	1,801.850	1,088,554
Alabama	838,052	294,044
Total	12,012,726	6,144,796

Ces chiffres prouvent à l'évidence que, dans certaines contrées du pays, les éléments constitutifs du sol ont été épuisés et que la fertilité de celui-ci diminue constamment. Dans l'État de New-York, il se trouve actuellement 300,000 moutons de moins qu'il y a trente ans. Dans l'espace de cinq ans, leur diminution a été de 50 p. c.; le nombre de chevaux, de vaches et de porcs a diminué également de 15 p. c. En 1845, la récolte de froment fut de 15,591,770 bushels; depuis lors elle a toujours diminué tous les ans, et, l'année dernière, elle ne dépassait pas 6 millions.

La récolte moyenne de maïs était, en 1844, de 24 75/100 par acre; en 1854, elle n'était plus que de 21 2/100. En 1850, la récolte moyenne de

cultive n'ont besoin d'aucune restitution de principes fixes et qu'ils resteront toujours dans le même état de fertilité. Tout colon s'imagine aussi, en commençant, que ses terres font exception pour les produits qu'il cultive; il lui semble également, d'après son expérience, qu'elles conserveront une fertilité perpétuelle. Mais, quand ses enfants sont grands, il s'aperçoit de son erreur; sa ferme passe dans les mains d'un autre qui en épuise le sol de la même manière, seulement avec plus de capitaux et de travail; et, lorsque celui-ci est à son tour persuadé que la charrue ne suffit plus pour obtenir de bonnes récoltes, il laisse la ferme à un colon alle-

froment était, dans la Virginie et dans la Caroline du nord, de 7 bushels par acre et, dans l'Alabama, de 5 seulement. Tandis que la récolte de coton est de 350 à 375 kilogr. par acre, dans les nouvelles plantations du Texas et de l'Arkansas, elle n'est que de la moitié sur les vieilles terres de la Caroline du sud. Dans la Virginie, la récolte de tabac était de 9,000,000 de kilogr. inférieure à celle de 1840. Aucune plante cultivée ne paraît épuiser le sol autant que le tabac, et, dans beaucoup d'États, on trouve des districts entiers incultes, parce qu'on y a cultivé, pendant un siècle, le tabac et le blé. Il n'y a pas de doute que les trois quarts des terrains de l'Union ne soient soumis à cette culture dévastatrice. D'après un calcul du docteur Lee, de Géorgie, le revenu annuel des cent millions d'acres de terrain des États-Unis diminue de 10 cents par acre, ce qui fait 10 millions de dollars. On perd donc ainsi un capital de 166,666,666 dollars, c'est-à-dire une somme plus forte que le revenu annuel des États-Unis.

Des pertes énormes sont subies encore dans d'autres branches de l'agriculture, faute de connaissances, qui ne peuvent être répandues généralement que par la création d'écoles d'agriculture. Un des colons les plus éclairés du Massachusets évalue les pertes annuelles de cet État sur le bétail et dans l'industrie laitière à plusieurs millions. L'état de New-York, sur ses 447,014 chevaux, ne perd pas moins de 2 millions de dollars, par l'ignorance générale de l'art vétérinaire.

Ces données statistiques ne pouvaient manquer d'avoir de l'effet, et la chambre adopta avec empressement le projet de création d'écoles industrielles et agricoles. Il serait regrettable que le sénat n'eût pas le temps d'examiner et d'approuver ce bill avant la fin de la session.

(*Gazette d'Augsb.*, supplém. du 24 juin 1858.)

mand, auquel on a appris que le fumier est l'âme de l'agriculture, — précepte dont ses ancêtres ne savaient rien, — et qui finit par épuiser le sol d'une autre façon (1).

La culture européenne, nommée *culture intensive*, n'est pas la spoliation brutale du fermier américain qui n'a pour résultat que la ruine et la perte totale du sol; c'est une spoliation plus raffinée, qu'on ne voit pas au premier coup d'œil, sur laquelle on se fait soi-même illu-

(1) Dans la province de Minas, pour autant que j'ai eu l'occasion de l'observer, l'agriculture se trouve dans un état des plus déplorables; elle consiste en un système inqualifiable de spoliation, qui épuise le sol sans jamais rien lui restituer. On fait, par exemple, une *roca*, c'est-à-dire qu'on amasse, sur une pièce de terrain, des arbres et des arbustes, auxquels on met le feu à la fin de la saison sèche, et l'on récolte sur ce champ ainsi préparé trois ou quatre moissons, dont parfois deux de maïs successives. On laisse ensuite le champ en jachère, jusqu'à ce qu'il soit de nouveau couvert d'un nombre suffisant d'arbrisseaux, que l'on brûle de la même manière; cette jachère dure de 3 à 12 ans, d'après les conditions locales et les besoins du propriétaire. Il est évident qu'ainsi on ne restitue au sol rien de ce qu'on lui a pris, et de là partout des plaintes sur la stérilité toujours croissante des *rocas*. Un des cultivateurs intelligents de la province me rapportait que, pour la culture de la canne à sucre, la diminution était devenue si sensible, qu'il ne récoltait plus sur les *rocas* que le tiers de ce que son père obtenait, 50 ou 60 ans auparavant; il ajoutait cependant fort naïvement qu'il se trouvait mieux de ses petites récoltes que son père de ses grandes, car celui-ci n'avait jamais pu vendre le tonneau de *cachaza* (eau-de-vie) à raison d'un *milreis*, tandis qu'il l'avait vendu quatorze, l'année précédente. Ce cultivateur avait raison, à son point de vue; mais que fera son fils, s'il suit le même système et que l'eau-de-vie diminue de prix? Dans la province de Bahia, il y a une telle diminution de produits pour la canne à sucre, qu'il y a un an, des planteurs s'entendirent pour fréter un navire qui devait rapporter, de pays éloignés, des variétés nouvelles de canne à sucre; ils attribuaient leurs mauvaises récoltes à la dégénérescence de la plante, sans réfléchir que leurs champs étaient épuisés au plus haut point par la culture constante et considérable de la canne à sucre.

(*Voyage dans la province de Minas* par J. J. von Tschudi, Beil. der allg. Zeit., nº 147, 27 mai 1858.)

sion, voilée qu'elle est par tout un système d'enseignement qui au fond manque de vérité.

Le plus simple bon sens d'un paysan fait voir (et tous les cultivateurs sont d'accord là-dessus) que, dans une culture, on ne peut vendre le trèfle, les betteraves, les fourrages, sans faire un tort évident à la culture du grain. Tout le monde s'accorde à dire que la vente du trèfle porte préjudice à la culture du grain : « Nous » devons avoir avant tout du fourrage, le grain viendra » après. » Mais que la vente du grain porte préjudice à la culture du trèfle, que nous devions, avant tout, rendre au sol les éléments enlevés par le grain et nécessaires au trèfle, c'est-à-dire qu'il nous faille fumer le terrain auquel nous voulons faire porter du trèfle, oh ! alors, la plupart des cultivateurs s'écrieront que c'est là une idée tout à fait chimérique. En effet, on cultive déjà le trèfle pour avoir de l'engrais, et quel avantage y aurait-il s'il fallait engraisser de nouveau le sol pour en retirer du trèfle ! C'est qu'on veut le trèfle pour rien. — C'est par suite de la méconnaissance du fond de toute industrie qu'arrivent toutes les fautes du système de culture dominant.

Les rapports naturels et réciproques qui existent entre ces deux cultures sont cependant clairs comme le jour. Les substances minérales fixes du grain et du trèfle sont indispensables à la production de ces végétaux, et ces éléments sont presque identiques dans l'un et dans l'autre.

Le trèfle a besoin, pour se développer, d'une certaine quantité d'acide phosphorique, de potasse, de chaux et de magnésie, aussi bien que le grain ; les éléments du sol contenus dans le trèfle sont semblables à ceux du grain, plus un excédant en potasse, en chaux et en acide sulfurique. Le trèfle reçoit ces substances fixes du sol ;

le grain, comme on peut l'admettre, les reçoit du trèfle. D'après cela, si l'on vend le trèfle, on enlève au sol tous ses moyens de produire du grain, il ne reste rien pour celui-ci; si c'est le grain que l'on fait vendre, la récolte de trèfle de l'année suivante manque nécessairement, car on a vendu avec le grain les éléments indispensables à la production du trèfle.

Le paysan expose à sa façon l'action d'une plante fourragère, quand il dit : on comprend facilement qu'il ne faut pas vendre de fumier; sans fumier il n'y a pas de culture durable possible, et en vendant des plantes fourragères on vend son fumier. Pour comprendre cela, la science d'un chimiste n'est pas nécessaire; l'intelligence ordinaire du paysan va bien jusque-là; mais la majeure partie de nos cultivateurs les plus éclairés ne comprennent pas que dans leur grain ils vendent également leur fumier. Celui-ci contient tous les éléments fixes du foin, et ceux-ci sont identiques avec ceux du grain, plus une certaine quantité de potasse, de chaux et d'acide sulfurique. Il est facile de comprendre qu'un tas de fumier est composé dans son ensemble de différentes parties dont le cultivateur ne doit perdre aucune, et, s'il était possible de séparer, par un moyen quelconque, les substances fixes du grain, ces substances seraient de la plus grande valeur et serviraient à la culture du grain. Cette séparation a cependant lieu dans la culture du grain, car les substances fixes du fumier deviennent des éléments du grain et, en vendant celui-ci, le cultivateur vend une partie et même la meilleure partie de son fumier.

Deux tas de fumier de même apparence et paraissant être de même nature peuvent produire des effets fort différents sur la culture du grain; si l'un de ces tas ren-

ferme les substances minérales fixes du grain en quantité double de l'autre, l'effet qu'il produit sera également double. En privant le sol des substances fixes que les grains avaient reçues du fumier, l'activité de celui-ci diminue pour les récoltes suivantes.

A quelque point de vue que l'on considère cette vente de grains ou toute autre plante cultivée, l'effet qui en résulte pour le cultivateur qui ne remplace pas les substances nutritives fixes qu'il a enlevées, est toujours l'épuisement du sol. En continuant à ravir à celui-ci les principes fixes du grain, on le rend improductif pour le trèfle, ou l'on prive le fumier de son efficacité ; celui-ci n'a en soi de valeur agricole que pour autant qu'il renferme les conditions nécessaires à la production de substances qui peuvent être vendues ; la grosseur ou le pourtour d'un tas de fumier ne constituent pas sa valeur.

On comprendra, d'après cela, combien sont défectueuses les données suivantes que l'on voit enseigner : le fumier est l'agent qui doit tout faire dans l'industrie agricole, etc., etc., et combien aussi l'on contribue, par un tel enseignement, à tenir les yeux du cultivateur fermés sur la connaissance de la seule et unique source de toute production agricole et de toute richesse, source qui n'est autre que le sol.

Si nos cultivateurs avaient à leur disposition le sol vierge de l'Amérique, de l'Australie ou de la Nouvelle-Zélande, et qu'alors vînt un professeur qui voudrait leur faire croire que « le fumier est l'âme de l'agriculture, » ils lui riraient au nez, parce qu'ils auraient déjà acquis l'expérience que leurs grains réussissent parfaitement sans fumier.

Dans nos champs épuisés, les racines des céréales

ne trouvent plus, dans les couches supérieures du sol, une quantité de substances nutritives suffisante pour une récolte entière. Le cultivateur leur fait succéder d'autres plantes qui, comme les fourrages et les plantes-racines, produisent une multitude de racines qui pénètrent de tous côtés et profondément dans le sol, le fouillent, y puisent toutes les substances nutritives fixes nécessaires à la formation de la semence. Avec les résidus des racines de ces plantes, avec les principes fixes des feuilles, des racines et des tubercules, que le cultivateur a soin de répandre, sous forme d'engrais, dans les couches supérieures du sol, il complète et condense les éléments qui manquaient pour la production d'une ou de plusieurs récoltes pleines ; on réunit ainsi dans les couches supérieures ce qui était épars et disséminé plus bas.

Le trèfle et les plantes fourragères ne fournissent pas d'eux-mêmes les conditions nécessaires à la vie des plantes ; ils sont comme le chiffonnier, qui ne fabrique pas le papier, mais fournit seulement les matériaux nécessaires à cette fabrication.

Le fermier américain épuise ses terres sans penser plus loin : lorsqu'elles ne lui rendent plus des produits suffisants, il transporte ses plantes dans un champ jusqu'alors inculte, car il en possède en suffisance et le temps lui manque pour épuiser complétement ceux qu'il cultive. L'agriculture intensive moderne y met plus de façons, elle est au dernier échelon de la culture spoliatrice.

Avant la guerre de Trente Ans, l'Allemagne n'était pas moins peuplée qu'aujourd'hui. Chaque individu avait besoin, pour respirer et travailler, d'autant d'oxygène et de force qu'il en faut aujourd'hui ; l'agriculture d'alors produisait, d'après le système du fermier amé-

ricain, autant de substances nutritives azotées et carbonées, seulement elle y mettait plus de temps. On avait des années de disette et celle-ci se faisait sentir d'une manière bien plus cruelle qu'aujourd'hui, car on n'avait pas alors l'Amérique, la Hongrie et le midi de la Russie, pour suppléer à l'insuffisance des récoltes; mais, dans les années ordinaires, il y avait surabondance de produits. On cultivait une année les céréales d'hiver, la seconde année des céréales d'été et une récolte dérobée; le champ restait en friche pendant la troisième; on ne connaissait alors, pour varier la culture, que les plantes légumineuses. La stabulation, telle qu'on l'entend aujourd'hui, était inconnue. Les prairies fournissaient du foin pour les chevaux en hiver; le gros bétail et les moutons cherchaient leur nourriture sur les communaux, sur les champs en friche ou dans les bois. Le système agricole d'alors était celui d'un homme qui, recevant un florin par jour, en amasse pendant une semaine pour les dépenser la semaine suivante. Le dimanche, il a sept florins en poche, et peut en dépenser quatre le lundi, trois le mardi ou le mercredi et acheter ainsi une foule de choses qu'il n'aurait pas su se procurer en dépensant chaque jour son florin.

Ce système de jachères ne pouvait augmenter la fertilité du sol, c'est-à-dire, augmenter ses conditions de fertilité, mais il permettait d'en tirer un parti plus avantageux. Il est impossible d'enrichir une terre sans lui rendre ce qu'on lui enlève. — Il y avait encore alors dans le sol une provision de substances nutritives minérales; mais celles-ci ne se trouvaient pas dans un état propre à pouvoir être assimilées avec facilité. On attendait, au moyen des jachères, le moment où une partie de ces substances se trouvait en un état convenable pour l'ab-

sorption, ce qui rendait alors les récoltes suffisamment abondantes. L'usage des jachères n'augmentait pas les revenus ; au contraire, il les économisait : on pille les terres avec d'autant plus de profit qu'on y met plus de temps. Le temps, disait-on, ne coûte rien, et on épargnait son fumier. C'était un profit tout clair.

Ce mode de culture subsista jusqu'au milieu du dernier siècle. Les paysans devenaient plus pauvres, plus misérables, et la production du sol diminuait.

Dans le XVIIe siècle et au commencement du XVIIIe, la culture de la vigne florissait encore dans beaucoup de contrées de l'Allemagne ; on possédait au milieu des campagnes des vignobles dont on ne saurait retrouver le moindre cep à l'heure qu'il est, seulement on rencontre encore, en plusieurs endroits, des caves très-vastes qui nous donnent une idée de l'étendue de cette culture. La culture spoliatrice eut vite une fin dans les vignobles, car ceux-ci ne produisent pas de fumier, et quand la culture des champs s'aperçut qu'elle en avait le plus grand besoin pour son compte, la culture de la vigne s'éteignit comme une lampe à laquelle il manque de l'huile.

« Sauf du foin aigre et de mauvaise qualité, le cultivateur n'avait, pour nourrir son bétail en hiver, que quelques navets, quelques pommes de terre, et un peu de carottes et de choux, mais il ne pouvait en posséder que bien peu, parce que ses terres ne pouvaient plus rien produire d'elles-mêmes. Cette petite quantité de fourrages était distribuée, tant qu'elle durait, avec la plus grande parcimonie, pendant l'hiver. La provision consommée, le bétail devait se contenter de paille d'orge et d'avoine, et de tiges de pois fanées. En outre, le lait, le beurre et le fromage étaient rares et de mauvaise qualité. On attendait

avec anxiété le retour du printemps pour se procurer quelques herbages et conduire le bétail sur les pâturages, dont l'herbe n'avait qu'un pouce environ de hauteur : quand les pauvres bêtes en revenaient, elles étaient souvent plus affamées qu'en y allant, elles avaient tout à fait l'air des vaches maigres que Pharaon vit en songe. » Voilà ce que raconte Jean-Chrétien Schubert, que l'empereur Joseph II créa chevalier du saint-empire romain, en récompense des services qu'il avait rendus par l'introduction de la culture du trèfle en Allemagne.

C'est de cette époque que date chez nous la culture du trèfle. Ce fut alors une jubilation dans tout l'empire. Les paysans qui plantaient du trèfle recevaient comme encouragement une médaille en argent, représentant une feuille de cette plante. Le culte du fumier, abandonné depuis deux mille ans, trouva une foule d'adeptes; on érigea dans les académies agricoles des autels à l'ancien dieu romain Sterculius (1) et ses prêtres lui font encore aujourd'hui des sacrifices. Mais ce dieu était capricieux ; il avait une préférence marquée pour certains champs, et seulement pendant quelque temps ; il finit même par se montrer dur et inexorable. Malgré tout l'encens qu'on lui brûle on ne lui arrache plus les riches dons d'autrefois, il ne fait plus produire de fumier aux champs auxquels il se montrait alors si propice ; c'est pourquoi les prêtres demandent maintenant un petit morceau de la pierre philosophale pour l'offrir à ce dieu, afin qu'il leur fasse obtenir du fumier, c'est-à-dire, qu'il fasse pousser le trèfle sur nos champs où il ne veut plus prospérer. Quand le plâtre, la marne et les pommes de terre vinrent se joindre au trèfle, on se crut délivré à jamais de la

(1) Sterculius ou Sterquilinius, suivant quelques-uns, était un surnom du Saturne terrestre. (*Voss, Géorgiques de Virgile*, 74).

crainte de voir renaître ce besoin. Après une culture spoliatrice, on vit se développer le pillage actuel, d'après le système d'un brigand, bien connu sur le Rhin, qui ne pillait que les riches ; il leur prenait leurs écus, dont il donnait quelquefois un sou aux pauvres, et leur coupait par plaisanterie les boutons de leurs culottes. D'après lui, ce que le riche possédait avait été volé au pauvre et il fallait qu'une fois au moins justice fût faite en ce monde.

C'est de cette manière qu'agit notre agriculteur qui suit une méthode de culture intensive. Il enlève au trèfle (le riche) des écus sous forme de grain, écus que le trèfle lui-même a enlevés au sol (le pauvre) sous forme de sous. Il s'imagine que ce brigandage peut durer éternellement, car son professeur lui a appris que son champ a la faculté de produire et de faire pousser des sous à perpétuité.

Les conséquences d'une pareille culture, d'après le système du brigand dont nous parlions tout à l'heure, sont évidentes et frappent tous les yeux ; jamais le manque d'engrais n'a été plus grand ; aucun des moyens employés, vers la fin du dernier siècle, pour renforcer la production du sol, n'a plus d'effet aujourd'hui. Le plâtre rend seulement le trèfle plus aqueux, mais n'en augmente pas les produits ; la terre marnée est plus stérile qu'auparavant ; sans les débris de végétaux qu'on ramasse dans les bois, la culture des céréales ne serait plus, depuis longtemps, possible dans bien des contrées, d'ailleurs fertiles, ainsi qu'il en est pour la vigne. Au lieu de spolier le sol, on spolie les forêts ! on le fera aussi longtemps que cela durera. « Si vous cultivez du trèfle et que vous veuillez suivre exactement mes instructions, dit le bon Schubert à ses paysans, alors le bon Dieu répan-

dra sur vous ses bénédictions et vous pourrez lui rendre de joyeuses actions de grâces. Vous devez avoir devant les yeux cette règle à suivre et je vous exhorte à ne jamais vous en écarter : ne cultivez jamais du trèfle aux dépens du froment, mais toujours sur jachère ; ainsi vous l'obtiendrez sans frais et vos jachères seront abolies. »

On ne connaissait alors d'autre culture que la culture triennale. En douze ans, on cultivait huit fois du grain et quatre fois du trèfle. Où est-il maintenant l'heureux temps où l'on obtenait sur le même champ, en trois ans, deux récoltes en grains et du trèfle sans frais aucuns ? La culture intensive d'aujourd'hui ne produit, en douze ans, que six récoltes de grains. Les bonnes terres du Mecklembourg ne portent que quatre fois du grain en neuf ans. La superficie qui, dans le principe, suffisait à la concentration des substances nutritives pour les céréales, ne suffit donc plus aujourd'hui ; elle doit être augmentée pour en contenir une provision suffisante. On emploie aujourd'hui pour l'alimentation du bétail, autant et plus de terrain que pour celle de l'homme, et on a la vue tellement bornée qu'on appelle cela une amélioration !

Aussi longtemps qu'on cherchera le salut de l'agriculture dans le *fumier,* chose en elle-même si vague et si variable, au lieu de rechercher les conditions les plus favorables à la culture des végétaux et d'apprendre à les mettre en pratique, il n'y aura pas de progrès possible en agriculture. Je ne me dissimule pas que longtemps encore la science prêchera à des sourds. Aussi longtemps qu'il s'en trouvera auxquels la spoliation de leurs propres terres donnera de belles récoltes et de grands bénéfices, il ne faudra pas penser à une pratique rationnelle. Le sol est et demeure pour eux une vache dont ils réclament du lait, mais qu'ils nour-

rissent de sa propre chair; ce n'est que quand ils verront le jour à travers le squelette de la pauvre bête, qu'ils seront convaincus de la fausseté de leur théorie. Le pillage est un système qui s'est trop fortement enraciné dans la nature de l'homme, et rien n'épouvante plus celui-ci que d'avoir à faire quelques efforts d'esprit pour se procurer un bénéfice quelconque; il est et reste en bien des choses un enfant, pour qui la plus grande peine est de devoir apprendre et d'aller à l'école; il n'y a que la nécessité qui le pousse; mais elle viendra assez vite.

Le dépouillement irrationnel de nos forêts, menaçant de devenir un danger très-grave pour l'État et la société, nous a conduits à une culture forestière des mieux entendues. Si les bois avaient été partagés en autant de parcelles que le sont nos terres arables, et confiés à des mains aussi ineptes, nous n'en aurions plus depuis longtemps. Chaque jour le danger de voir disparaître le quinquina, et par suite l'un des plus précieux remèdes de la médecine devint plus imminent, et il ne nous reste que l'espoir de voir, avec le dernier arbre, commencer la culture rationnelle qui, après une série d'années, nous en fournira pour toujours.

Les inventions qu'ont faites certains auteurs agricoles pour fermer les yeux du cultivateur et même les leurs à la lumière de la science et rendre inintelligibles les lois qui règlent l'alimentation des plantes, sont extrêmement remarquables et l'histoire de l'agriculture en gardera certainement le souvenir. Encore aujourd'hui le cultivateur considère, avec raison, la vente de son fumier, non pas seulement comme désavantageuse, mais comme honteuse pour lui; c'est un honneur de retirer beaucoup du sol. On lui a appris qu'il y a dans le fumier quelque chose d'incompréhensible qui ne se

rencontre nulle part ailleurs ; on lui dit que les cendres et le plâtre ne sont pas des substances nutritives, mais une espèce de fouet qui sert à stimuler l'activité des plantes paresseuses ; que même les principes fixes du guano et des os en poudre ne servent pas toujours comme substances nutritives, mais viennent en aide pour produire du fumier en plus grande quantité.

Pour sauver le culte du fumier, ses prêtres font comme les habitants de Birkenfeld, au siècle dernier. Ils se plaignaient amèrement de ce qu'on voulait les forcer à cultiver une mauvaise herbe exotique (le trèfle); ils disaient ouvertement à l'employé : « Que ces mes- » sieurs devaient se mêler de leur métier et ne pas » s'ingérer de choses qu'ils n'avaient jamais apprises. » Qu'en fait d'agriculture, ils en savaient beaucoup » plus que tous les margraves et grands-baillis du » monde. » — Ils firent donc d'abord de la résistance, puis, comme on les avait forcés de semer du trèfle, ils firent en sorte qu'une inspection eût lieu. On constata « qu'aucune graine de trèfle n'avait levé, » mais il fut prouvé par la suite que nos paysans avaient eu soin de faire bouillir la semence, avant de s'en servir.

On se comporte aujourd'hui de la même manière envers les principes scientifiques : nos professeurs d'agriculture les cuisent dans leur pot, et il en résulte que le moindre petit grain ne peut germer; ils ne veulent pas que le cultivateur se délivre d'un assolement forcé. Selon eux, ils comprennent beaucoup mieux cela. Leur enseignement est aride parce qu'il n'est pas profondément enraciné chez eux. Le cultivateur sait ce qu'ils lui enseignent de bon dans leurs livres, car ils le tiennent de lui ; leurs propres idées ne renferment rien de neuf et ne lui inspirent aucune confiance. S'ils disent au cultivateur

ce que tel et tel a fait, à telle époque, sur telle espèce de terre, qu'on doit fumer les terres, que le guano et les os en poudre sont des engrais excellents, que le nitrate sodique, le plâtre et la marne ne sont pas à dédaigner, qui donc pourrait leur faire un reproche de répandre des vérités aussi surannées? Mais ils ont été beaucoup plus loin et, dans leur aveuglement, ils ont porté la cognée aux racines mêmes du bien-être général de la population agricole, et ceci ne peut être souffert plus longtemps.

Ils prétendent et enseignent que dans le guano, le nitrate sodique et la poudre d'os, c'est l'azote qui est le seul élément important, le seul dont on doive tenir compte et auquel il faut attribuer l'augmentation dans le développement des plantes.

Ils enseignent et veulent faire croire au cultivateur que cinq à six kilog. d'urine de vache, qui ne contient pas d'acide phosphorique, ont la vertu d'un demi-kilog. de guano qui est riche en acide phosphorique, et cela parce que les deux substances contiennent la même quantité d'azote.

Ils enseignent et prétendent que l'activité du guano et du fumier d'étable dépend des mêmes conditions (l'azote qu'ils renferment), et que le guano doit avoir l'action du fumier d'étable.

Et tout cela sans que le moindre fait prouve qu'une terre épuisée puisse produire, au moyen de l'azote seul, et pendant une série d'années, les mêmes récoltes en grains que pourraient faire produire aux champs le fumier d'étable, le guano et les os pulvérisés, chose que tout le monde ou tout au moins ceux qui possèdent les premiers éléments de l'agriculture, reconnaissent impossible.

Ces agronomes vont plus loin encore. Dans le n° 247 du *Mercure de Souabe*, du 15 octobre 1856, se trouve un article sur le nitrate sodique et sur son emploi, par un professeur de l'une des académies agricoles les plus importantes de l'Allemagne, article où il est dit : « On peut avec un quintal de nitrate sodique produire le même effet qu'avec 75 à 80 quintaux de fumier d'étable ; tandis que le guano ne peut en remplacer que 60 à 70 quintaux. Chaque quintal produit trois quintaux de grains. Cependant, l'effet ne se fait remarquer que la première année ; le quintal coûte 25 francs, l'équivalent d'un quintal de fumier de basse-cour coûte ainsi 33 centimes. »

Cette assertion résume la théorie de notre professeur d'agriculture : le paysan et le petit cultivateur ne peuvent d'après cela manquer d'acheter du nitrate sodique, sel qui ne renferme aucun des principes fixes des cendres des céréales, mais seulement de l'acide nitrique et de la soude, et l'on assure qu'un quintal de cet engrais produit trois quintaux de grains ; quoique son action ne dure qu'un an, on dit qu'il remplace 75 à 80 quintaux de fumier, dont l'effet se fait encore sentir sept à huit ans après son application. La simple comparaison du nitrate sodique avec le guano et le fumier est une faute contre le bon sens, et la recommandation qu'en fait l'ignorant et effronté donneur de conseils, tout en critiquant le guano et le fumier, doit amener une perte et une détérioration dans les terres des milliers des gens qui en feront usage.

On pourrait tout au plus pardonner cette manœuvre à un commis-voyageur qui cherche à faire les affaires d'un spéculateur en nitrate sodique, mais, lorsqu'un professeur d'agriculture débite de telles doctrines et

que, se basant sur un calcul inapplicable dans la plupart des cas, on veut faire croire que : l'azote produit deux fois autant d'effet que l'acide phosphorique, cinq fois autant que la potasse et douze fois autant que le phosphate de chaux, il faudrait que tous les gens sensés se réunissent pour demander compte de ces assertions. Ce qu'on pourrait justement exiger au moins de ces messieurs, c'est de justifier leurs assertions par l'exposé sincère de faits simples, bien observés, dont ils se portassent garants.

Quoiqu'il ait été prouvé bien des fois à ces messieurs, pendant ces dernières années, que leur enseignement repose sur une grave erreur, on ne les a pas pour cela convaincus. Ils sont tous venus, l'un après l'autre, non pas apporter des preuves concluantes ou nouvelles pour étayer leur théorie, mais tâcher de révoquer en doute les faits qui les condamnaient ou d'en diminuer la portée. Aucun n'a essayé de citer à l'appui de sa manière de voir une de ces nombreuses analyses ou expériences dont ils tiraient leurs conclusions ; ils savaient bien que ces travaux ne résisteraient pas à un examen sérieux. Ils vont maintenant réclamer l'aide du même cultivateur, à qui ils ont fait accroire, en se basant sur ces analyses, que l'azote est la seule substance qui agisse dans le guano, dans les os en poudre et dans la farine de tourteaux concassés ; ils veulent lui faire attester qu'ils lui ont donné de bons conseils, prouver que l'expérience confirme leur théorie et qu'en pratique une livre d'ammoniaque vaut 1 fr. 50 c., tandis qu'une livre de poudre d'os ne vaut que 12 centimes. L'homme pratique ne sait rien de positif sur l'action de l'ammoniaque ou de l'acide nitrique ; il sait seulement par quelques ouï-dire que le guano, la poudre d'os et les tourteaux concassés

sont des engrais fort puissants; il ne l'a pas appris du chimiste agricole, mais celui-ci l'a appris de lui.

Le chimiste n'a fait qu'y ajouter un peu d'assaisonnement de sa façon, afin de s'attribuer une part du mérite de ces engrais.

ONZIÈME LETTRE

SOMMAIRE.

De l'ammoniaque comme substance nutritive des plantes. — Rôle de l'eau dans la végétation. — Conditions nécessaires à l'emploi de l'ammoniaque comme engrais.—Valeur agricole des différentes espèces de guano et des excréments des animaux. — Perte d'engrais par suite de l'accaparement des substances alimentaires par les villes. — Leur remplacement au moyen du guano. — Influence nuisible de la culture de la vigne et du tabac sur la production du grain et de la viande. — Cause naturelle de l'appauvrissement du sol au moyen de la culture.

Comme principe nutritif, l'ammoniaque est aussi indispensable aux plantes que l'acide carbonique, et son action dans le fumier est facile à comprendre si l'on se rappelle celle de l'eau.

Celle-ci joue un double rôle dans la végétation ; elle procure d'abord, dans l'un de ses éléments, un principe indispensable aux plantes. ensuite elle sert à effectuer, le passage des éléments minéraux dans la plante au moyen des racines. — Quelque riche que soit le sol en substances nourricières, les plantes ne s'y développent pourtant pas pendant les journées fort chaudes, s'il y a manque d'eau ; l'humidité dans le sol est le pont nécessaire au passage des substances minérales.

Lorsque ces substances font défaut à la plante, les

feuilles n'enlèvent à l'air ni acide carbonique ni ammoniaque ; la végétation s'arrête, et quoique l'air soit beaucoup plus humide par un temps chaud que par un temps froid, cette humidité ne profite nullement aux plantes. Les journées les plus chaudes, si favorables d'ailleurs à la végétation, font alors beaucoup de tort, surtout aux végétaux d'été, qui n'ont pas eu assez de temps pour pousser leurs racines à une certaine profondeur, où il y a encore de l'humidité qui eût pu leur apporter leur nourriture. Les orges n'ont pas encore atteint la hauteur de la main, qu'ils montent en épis, et les pommes de terre ne peuvent se nouer. Il ne faut qu'une bonne pluie, tombant en temps opportun, pour changer tout cela comme par enchantement, et si le cultivateur pouvait procurer à ses terres la pluie, quand elle leur est nécessaire, comme fait le jardinier quand il arrose ses fleurs, on verrait les plantes donner leur maximum de produits. Ceci n'a lieu, bien entendu, que lorsque le sol est suffisamment pourvu de matières nutritives ; car, autrement, le maximum de la récolte équivaudra à une récolte manquée. Lorsque l'eau apporte une plus grande quantité d'éléments minéraux du sol, les plantes absorbent davantage de carbone et d'azote, leur développement s'accélère et la masse des produits se trouve augmentée.

Il en est de même de l'ammoniaque. Augmentons la quantité d'ammoniaque que contient l'air ou le sol, les plantes trouvent, au moment le plus favorable, une quantité de cette substance nutritive plus grande qu'auparavant, et il résulte de là qu'il y a plus de principes fixes du sol qui produisent leur effet. Comme il n'y a journellement qu'un certain volume d'air qui puisse se mettre en contact avec les feuilles, la plante ne peut

pas puiser dans cet air plus d'ammoniaque ou d'acide carbonique qu'il n'en contient ; il faut, par conséquent, un certain temps pour que cette absorption ou l'augmentation du volume de la plante ait lieu ; si celle-ci absorbe la même quantité chaque jour, en deux jours, elle prend deux fois plus qu'en un seul.

Lorsque la plante a reçu, dans un moment favorable, deux ou quatre fois autant de substances nutritives qu'auparavant, l'excédant de ces substances doit attendre, pour produire son effet, que les feuilles aient absorbé autant d'acide carbonique et de particules d'ammoniaque qu'il en faut pour la formation des organes des plantes. Aucun principe nutritif n'agit quand les autres ne sont pas auprès de lui pour l'aider dans son travail. Par conséquent, lorsque nous augmentons la quantité d'ammoniaque contenue dans le sol et dans l'air, comme l'acide carbonique ne fait pas défaut, en général, le développement de la plante se fait très-rapidement, ce qui veut dire qu'au point de vue du temps, la production de la plante se trouve augmentée, comme on le voit près des tas de fumier. *Si les principes fixes du sol n'avaient été ni présents dans la plante ni efficaces pour elle,* l'ammoniaque n'aurait pas eu la moindre action sur l'accroissement de la plante.

D'après cela, on ne s'étonnera pas de l'effet extraordinaire produit par le guano sur une récolte de grains, car le guano ne contient pas seulement les principes nécessaires à la formation du grain, principes que doit fournir le sol, mais encore une substance nutritive indispensable, l'ammoniaque, et qui, sous le rapport du temps, favorise considérablement leur action. Dans beaucoup de terrains, et lorsque la température est favorable, l'ammoniaque contenu dans le guano double

l'effet des substances fixes et peut donner des produits tels, qu'il aurait fallu deux ans à ces substances pour les fournir à elles seules.

On comprendra, en outre, que l'ammoniaque employée *seule* sur une terre qui possède en quantité convenable les conditions nécessaires à la formation du grain, exerce par elle-même une influence favorable sur l'augmentation des produits; mais comme on enlève, avec les récoltes, un grand nombre des principes qui ont rendu l'ammoniaque efficace, les produits du champ doivent, si l'on n'ajoute que l'ammoniaque, sans les principes fixes, diminuer les années suivantes, d'autant plus qu'ils ont été plus considérables la première et la seconde année.

L'ammoniaque est, en un mot, un engrais fort important, lorsqu'elle est accompagnée des substances fixes du sol qui la rendent efficace, ou qu'elle trouve dans le sol les conditions nécessaires pour la faire agir; son effet est nul pour le cultivateur, si celui-ci n'a soin de lui procurer toutes ces conditions.

Dans un sol riche en azote, mais pauvre en principes fixes nécessaires à la culture d'un grand nombre de plantes, l'emploi de l'ammoniaque ou de ses sels est inutile, souvent même nuisible. Sur un sol de cette nature, auquel il ne manque que l'acide phosphorique, l'application de cet acide comme engrais produit autant d'effet, même sans ammoniaque, qu'une quantité analogue de guano. Une application de phosphate acide de chaux, comme fumure, sur une des terres les plus pauvres et les plus épuisées des environs de Munich, que le comité général de l'Union agricole de Schleissheim avait laissée pour faire des essais, lui fit porter une récolte double de celle de la même pièce de terre non fumée. Si le terrain avait été fumé avec du guano, la

récolte aurait, sans doute, été supérieure à celle de la parcelle non fumée, et un partisan de la théorie de l'azote aurait inévitablement attribué l'effet produit à l'ammoniaque contenu dans le guano,et dont pourtant il ne saurait être question dans l'essai que nous venons de rapporter. Dans beaucoup d'autres endroits, l'emploi du phosphate comme engrais, sans ammoniaque, a produit sur des récoltes de grains plus d'effet que le guano lui-même : il est évident que, pour des terres de cette nature, un demi-kilo d'ammoniaque ne vaut pas même un sou.

La raison de tout cela se trouve dans l'examen chimique du sol. On a prouvé que la plupart des champs contiennent, à une profondeur de dix à douze pouces, cent, cinq cents, mille fois plus d'ammoniaque que le fumier d'étable bien consommé, les os en poudre ou les tourteaux concassés; de plus, l'ammoniaque se trouve sous la même forme dans l'un que dans l'autre. On voit donc, d'après cela, qu'un sol riche en ammoniaque ne peut produire le moindre effet, s'il lui manque un seul des autres principes fixes.

Dans les environs de Magdebourg, on a commencé à employer comme engrais les résidus de la mélasse que forme le sucre de betterave, résidus qui renferment les sels solubles de la betterave champêtre (mais pas de sels ammoniacaux), et l'on m'a assuré qu'on a obtenu sur un seul et même champ, pendant plusieurs années consécutives, les récoltes les plus riches en colza (qui est également une plante-racine). Il existe des engrais analogues pour toute espèce de terre, mais si l'on se contente de chanter les louanges de l'ammoniaque, on ne les trouvera certainement pas.

Comme nous l'avons dit dans la seconde lettre, le sol

ne renferme jamais d'ammoniaque à l'état libre, et, pendant la décomposition du fumier, la majeure partie de cet alcali, devenu libre, entre en combinaison chimique avec les principes ulmiques contenus dans le fumier, et qui l'enlèvent directement au purin; ce qui rend celui-ci relativement si pauvre en ammoniaque. Que l'on donne au champ de l'ammoniaque à l'état libre ou bien un sel ammoniacal, il entre instantanément en combinaison avec les principes du sol, et c'est ainsi qu'il sert à la nourriture des plantes. De cette manière, l'ammoniaque qui se trouve dans l'eau de pluie, s'est amassée et s'amasse encore dans le sol, et l'on comprend qu'il ne faut, d'après cela, dépenser aucun argent pour se procurer le plus cher de tous les engrais, avant d'être assuré que le phosphate de chaux, seul ou traité par l'acide sulfurique, ou les cendres, ou bien tous les deux ensemble, ou bien encore la chaux, ne font pas d'effet sur un champ qui porte une récolte sarclée, laquelle doit être suivie d'une céréale quelconque. Ce n'est qu'après avoir fait cela, qu'on peut justifier l'emploi de l'ammoniaque.

On ne doit pas croire, du reste, que les propagateurs et les défenseurs de la théorie d'après laquelle l'azote ou l'ammoniaque est l'agent principal dans le fumier et la base de la production agricole, aient trouvé cette idée ou qu'elle leur soit tombée du ciel ; elle provient plutôt d'une erreur excusable, qui n'a été que trop répandue autrefois dans la science et qu'on rencontre encore aujourd'hui.

Il est tout à fait juste qu'on apprécie très-exactement la valeur agricole des diverses espèces de guano et de tous les excréments des animaux, et qu'on les évalue d'après ce qu'ils contiennent d'azote et d'ammoniaque ; mais, en se basant sur des faits vrais en eux-mêmes, on

fait la faute d'attribuer l'action de cet engrais à l'azote, laquelle joue dans cette action un rôle qui, dans la plupart des cas, n'est que secondaire. C'est l'erreur dans laquelle sont tombés Lavoisier et Davy, en indiquant, le premier, l'oxygène, et le second, l'hydrogène, comme étant les principes acidifiants.

Pour bien comprendre ceci, on doit se rappeler la composition des graines, de la viande et des substances végétales qui servent à la formation du sang et ont une composition analogue à celle de la viande. Toutes ces substances renferment les éléments combustibles et incombustibles du sang. Un homme qui vit de pain, incorpore les principes fixes des grains avec lesquels on fait la farine qui sert à la fabrication du pain. Ses excréments contiennent ces mêmes principes fixes. Du pain se forme la chair, et les excréments des hommes et des animaux qui vivent de chair sont, dans leurs éléments, à peu près identiques avec ceux des hommes et des animaux qui vivent de pain ou de grain. Le pain, le chair et le sang renferment une substance azotée, qui, absorbée avec la nourriture, sert à l'entretien des fonctions vitales et de la nutrition ; mais chez l'animal adulte, l'azote de cette substance est rejetée par l'urine et les excréments en quantité égale à celle que contenait sa nourriture.

Les excréments des hommes et des animaux ne contiennent donc pas seulement les principes fixes des semences, de la viande, et les substances fixes contenues dans les racines, les tubercules, les feuilles, etc., etc., qui ont servi à former le chair et le sang dans le corps des animaux, mais encore la plus grande partie de l'azote qui se trouve dans les graines, dans la chair et dans les substances dont le sang et la chair sont formés.

Les analyses les plus exactes (voyez pages 1 à 49 du rapport sur les expériences agricoles et chimiques du comité général de l'*Union agricole* de Bavière; Munich, 1857) ont prouvé, ainsi que nous l'avons déjà dit, qu'il existe un rapport fixe et invariable entre la quantité d'azote contenue dans les graines et celle d'acide phosphorique ou de phosphate qu'elles contiennent également (autrement dit, entre l'azote et les principes fixes des graines), de sorte que, d'après son contenu en azote, on peut calculer ce qu'il renferme d'acide phosphorique ou de phosphates.

Un rapport identique, ou du moins très-ressemblant, se rencontre naturellement dans les excréments solides ou liquides; on trouve dans tous les deux l'azote et les principes fixes contenus dans le pain et la viande consommés comme aliments, et d'après cela on comprend facilement qu'on peut de même déterminer assez exactement, d'après leur contenu en azote, ce qu'ils renferment de substances minérales fixes fournies par le grain et la viande.

En pratique, ce rapport change; l'azote contenu dans les excréments se change, pendant la décomposition, en ammoniaque qui, avec les sels solubles dont l'action est préférable, se perd en partie par l'évaporation et en partie par l'infiltration du purin liquide, qui a lieu même avant que la décomposition n'ait commencé (perte qu'on peut et doit éviter par l'adjonction de terres dont le pouvoir absorbant est assez prononcé). C'est pourquoi la quantité d'azote qui se trouve dans le contenu des latrines, dans la poudrette, le fumier d'étable et le guano, ne peut servir de mesure pour apprécier leur valeur agricole qui dépend de la quantité dans ces engrais de substances fixes contenues. Mais,

lorsqu'on analyse deux sortes de guano, on peut avec assez de sûreté considérer comme le plus pur, celui qui contient le plus de pour cent d'ammoniaque, dont toutes les falsifications diminuent toujours la quantité. Il en est de même pour la poudrette qui contient souvent 50 p. c. de sable ou de matières étrangères, qui ne servent pas à la nourriture des plantes, et très-probablement aussi pour le fumier.

Il n'est donc pas absurde mais fort sensé, au contraire, de dire que la valeur des différents guanos, de la poudrette et du fumier d'étable, est en rapport avec l'azote que ces engrais renferment; mais la conclusion qu'on en a tirée, c'est-à-dire que toute leur valeur et toute leur action sur le sol dépendent exclusivement de leur azote et qu'on peut, par conséquent, les remplacer dans la culture par l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, cette conclusion, dis-je, a été un peu précipitée et ne repose sur aucun fondement. Qu'un cultivateur, d'après les recommandations des partisans de l'azote, fasse la folie de fumer ses terres, pendant dix années consécutives, au moyen des sels ammoniacaux et du nitrate sodique, avec la conviction que ces sels peuvent remplacer le fumier, la poudrette et le guano, et de vendre tous les produits de son champ, il se trouvera au bout de dix ans réduit à la mendicité; et si tous les cultivateurs de l'Allemagne convenaient de ne plus rendre au sol les principes minéraux de leur fumier, parce que leurs professeurs d'agriculture auraient assuré que leurs terres en renferment des quantités inépuisables, on verrait la moitié du peuple allemand mourir de faim au bout de dix ans.

Une des choses les plus déplorables en agriculture,

c'est de voir souvent les hommes les plus capables renoncer à tout jugement et à tout bon sens, quand il s'agit d'apprécier la valeur et le mode d'action d'un engrais quelconque.

En comparant entre eux les effets produits par le guano, la poudre d'os et le nitrate sodique, à l'époque de la récolte ou après une année tout entière, on ne peut pas tirer une barre sous les calculs et dire ensuite : le guano ou le nitrate sodique est un engrais meilleur que les os en poudre, parce qu'on récolte avec le premier autant de kilogrammes de grains de plus qu'avec le second. Le simple bon sens nous enseigne *qu'on ne doit juger de la vertu d'un engrais que par l'état dans lequel il laisse le terrain sur lequel il a été employé.*

Si, après une bonne récolte obtenue la première année par l'emploi du nitrate sodique, le champ doit recevoir, l'année suivante, une fumure double pour donner les mêmes produits, il est clair qu'on a dépensé, dans ce cas, beaucoup d'argent pour ne rien gagner ; et si le cultivateur veut tenir un compte exact des récoltes obtenues pendant une série d'années, au moyen du nitrate sodique, je crains que la somme qu'il a dépensée n'ait eu d'autre résultat que de donner aux plantes une belle couleur vert foncé, pendant le premier temps de leur végétation.

On ne peut établir une comparaison entre le guano et le nitrate sodique ou les os en poudre, sans tenir compte de la durée de leur action. Si le guano que l'on a donné pour fumure à une pièce de terre, en même temps que le nitrate sodique, produit, la seconde année, un effet remarquable sur les pommes de terre et même, au bout de quatre ans, augmente la production du

trèfle, tandis qu'une quantité de nitrate sodique, ayant la même valeur vénale, ne donne pas des résultats aussi avantageux, on doit tenir compte de ces effets consécutifs, si l'on ne veut pas agir à la légère. Et lorsque celui qui fait des essais comparatifs avec le guano et d'autres engrais attribue à la plus grande quantité d'azote que contient le guano l'effet favorable produit par cet engrais, pendant la première année, et qu'il en conclut que les résultats sont d'autant plus importants que la quantité d'azote est plus grande, il faut alors lui demander pourquoi il n'essaie pas de répandre sur un champ de même superficie une quantité d'ammoniaque égale à celle qui se trouve dans le guano, et de se créer par là une espèce de mesure qui lui serve à établir l'action de l'ammoniaque dans le guano.

C'est ce qu'aucun de ces faiseurs d'expériences n'a encore fait jusqu'ici, en même temps qu'ils cachent au cultivateur ce qu'ont démontré les expériences les plus étendues et les plus dignes de foi de Kühlmann, de Lawes et d'autres, c'est-à-dire qu'un kilogramme d'ammoniaque dans le guano fait cinq fois plus d'effet que sous la forme d'un sel ammoniacal. (L'effet de l'ammoniaque employé *pure* est totalement inconnu.)

Il est évident que cette action plus énergique provient seulement de ce que, dans le guano, l'ammoniaque est accompagné de substances qui agissent de concert avec elle, et si l'effet qu'elles produisent est quatre fois plus grand que celui de l'ammoniaque employée seule, c'est agir sagement, toutes les fois qu'on le peut et qu'on veut employer l'ammoniaque, de veiller à ce qu'elle soit accompagnée de ces substances dont la présence rend son action cinq fois plus grande.

Lorsqu'un chimiste agricole prétend que « c'est au guano qu'il doit sa conviction profonde de la grande importance pour l'agriculture de combinaisons azotées qui sont facilement assimilables et, partant, qu'il lui doit la plus belle conquête de ses travaux de chimie agricole, » je ne trouve de juste que cette dernière assertion, en ce sens que, dans un cercle plus étendu, on n'aurait pu que difficilement avoir connaissance des travaux chimiques de cet homme, si le guano n'eût pas existé. Un homme de science ne devrait pas, pour nager, se servir d'un morceau de liége, ou s'il en faisait usage, il devrait montrer pour lui de la reconnaissance et non du dédain. Le guano n'a pas eu besoin de liége ; il s'est propagé comme les voies ferrées, et il existe des pays où son emploi est plus répandu que chez nous, sans qu'il ait eu besoin de l'aide d'aucun chimiste. Les choses qui rapportent de l'argent font leur chemin d'elles-mêmes.

Et lorsque les chimistes agricoles prétendent que l'ammoniaque et les sels ammoniacaux sont les seuls agents à employer dans la culture du froment, de même que le phosphate acide de chaux dans celle des plantes-racines, ils prouvent par là qu'ils ne comprennent pas le véritable fonds de la science agricole.

Un cultivateur en grains fournit aux consommateurs des grandes villes, et enlève conséquemment à son champ, sur une récolte moyenne de 2,000 kil. par hectare, 35 kil. de substances minérales fixes, dans lesquelles 17 kil. d'acide phosphorique et $10^{k}5$ de potasse. Dans un bœuf de 225 kil., la ville reçoit $91^{k}5$ d'os contenant environ 60 kil. de phosphate de chaux ; elle retire de la peau, de la viande et des autres parties du bœuf, $7^{k}5$ d'autres phosphates identiques avec les sub-

stances fixes contenues dans les grains de seigle (1).

Les déjections solides et liquides produites, en un an, par un million d'habitants de grandes villes (hommes, femmes et enfants), pèsent, desséchées et réduites en poudre, 22,500,000 kil.; il s'y trouve 5,150,000 kil. de substances minérales provenant, en majeure partie, du pain et de la viande. (Nous ne comptons pas 2,500,000 kil. d'os provenant des bêtes de boucherie, ainsi que les substances minérales contenues dans les déjections des chevaux. Les excréments humains renferment à eux seuls 2,260,000 kil. de phosphates divers.)

Il y a des siècles que ces substances sont refoulées des campagnes dans les villes, et cela se renouvelle encore tous les ans; aucune partie n'en est restituée aux champs qui les ont produites : on en emploie tout au plus quelques centièmes dans les jardins et les terres qui avoisinent les villes.

C'est une folie de croire que la perte de tant de substances si favorables à la fertilité du sol, n'ait exercé aucune influence sur ses produits. En réalité, les hommes les plus aveugles doivent s'effrayer de l'énormité de cette perte, lorsqu'ils voient combien la production en grain et en viande augmente depuis qu'on a commencé, en se servant du guano, à rendre au sol appauvri une bien minime partie des substances servant à former le grain et la viande. J'ai déjà dit que les principes que contient le guano sont identiques avec ceux qui se trouvent dans les déjections humaines. En Saxe, on a fait dans ce but, à six endroits différents,

(1) Dans la ville de Munich, on a abattu en 1855-1856, 16,301 têtes de bétail (bœufs et vaches) qui, pesant en moyenne 5 quintaux, forment un total de 4,075,250 kilogr.; viennent après cela 55,393 veaux, porcs et moutons, d'un poids moyen de 55 kil., soit pour le tout 2,337,110 kilogr.

des expériences très-intéressantes : un champ fumé avec du guano produisit, pendant trois années consécutives, pour 5 kil. de guano, 7k5 froment, 20 kil. pommes de terre et 14 kil. trèfle de plus qu'un champ de même nature qui n'avait pas été fumé. Suivant la qualité du sol, cette augmentation en grain varie de 5 à 10 kil., en Angleterre de 11 à 14 kil. pour 5 kil. de guano (1).

On peut, sans se tromper, évaluer à un million de quintaux la quantité de guano nécessaire pour un surplus

(1) « Dans les États-Unis, les districts qui produisent le grain se trouvent à des centaines et des milliers de milles loin des marchés, et les conséquences de ce fait sont faciles à reconnaître ; c'est que la terre se trouve épuisée presque partout, et que le bien-être général, au lieu d'augmenter, diminue.

» Dans quelles proportions cette diminution a-t-elle lieu ? C'est ce que nous apprend un cultivateur de mérite dans une courte notice dont nous extrayons ce qui suit :

» L'acide phosphorique et la potasse que l'on enlève chaque année au sol, sans compensation notable, ont, d'après le prix moyen des marchés, une valeur de 20 millions de dollars.

» Les substances minérales fixes provenant de 600 millions de bushels (216 millions de litres) de grain, sont enlevées annuellement au sol sans compensation notable.

» La dilapidation totale qui se fait annuellement de substances fixes provenant des grains, représente quinze cent millions de bushels de grain.

» Il est parfaitement ridicule, dit ce savant statisticien, de prétendre que tant que durera cet état de choses, nous pourrons prospérer. Ce n'est qu'une simple question de temps, celui-ci résoudra le problème indubitablement : ce que nous perdons aujourd'hui par la dilapidation que nous faisons du sol, c'est l'essence de notre vitalité future.

» Notre sol n'est pas encore frappé de stérilité malgré les pertes qu'il fait dans ses principes essentiels, mais l'heure est marquée où, en poursuivant notre système actuel, le cœur de la nation palpitera pour la dernière fois, où l'Amérique, la Grèce et Rome seront réunies ensemble sous les ruines du passé.

» La grande question d'économie nationale n'est pas de savoir combien nous pouvons produire, mais combien nous pouvons rendre au sol des principes que nous lui enlevons tous les ans. Travailler pour piller le sol est pire que travailler pour n'en rien obtenir. Dans le dernier

de production de deux millions de quintaux de grains, ce qu'on n'aurait pas su produire séparément avec le capital actuel de fumier en circulation. Celui-ci produit par lui-même tout ce qu'il peut produire sans la coopération du guano.

Depuis des siècles, nous envoyons dans les grandes villes les principes fixes du guano, sous forme de viande et de produits de nos champs, sans en ramener de guano, et nous envoyons actuellement des navires au Chili, au Pérou et en Afrique, pour en rapporter cette substance fertilisante. Pour 22,500,000 kilogr. de guano, nous payons à l'étranger 6 millions de francs.

Ce que nous avons ainsi enlevé à nos champs leur a fait perdre leur fertilité. Or, s'ils ne l'avaient pas per-

cas, il n'y a perte que pour la génération actuelle ; l'autre, au contraire, comporte l'appauvrissement de tous nos descendants.

» La dilapidation, M. le président, est un crime qui trouve sa peine dans la décadence naturelle, morale et politique, et sur laquelle j'ai appelé votre attention. Ses effets sont dans des faits mêmes : il y a quatre-vingts ans, dans l'État de New-York, 25 à 30 bushels de froment étaient une récolte moyenne ; elle est maintenant de 12 bushels, le maïs n'en donne que 25. Dans l'Ohio, État qui, il y a quatre-vingts ans, était encore vierge, la récolte moyenne de froment est de 12 bushels, et elle diminue encore, au lieu d'augmenter. Dans la Virginie, sur une étendue considérable de pays, la plus fertile de tout l'État, la récolte moyenne de froment est de 7 bushels environ, et dans la Caroline du nord, il y a des terres cultivées qui ont un rendement en maïs encore moins élevé. Dans la Virginie et le Kentucky, on a cultivé du tabac jusqu'à épuisement complet du sol, qu'on a dû abandonner, et les contrées qui produisent le coton sont dans un état d'épuisement sans exemple dans le monde. Les gens qui cultivent le coton et le tabac, vivent de leur capital ; ils vendent leurs terres si fertiles dans leurs produits et à des prix si bas, que, pour un dollar, ils détruisent ce qui en vaut cinq. »

(*Letters to the President on the foreign and domestic policy of the Union, and the effects as exhibited in the condition of the people and the State.* By H. C. Carey. Philadelphia, J. B. Lippincott and Co., 1858. *Tenth letter*, p. 54.)

due, comment serait-il possible ou croyable que la restitution de ces éléments ait pu augmenter leur fertilité ? Un champ qui se trouve dans le meilleur état ne saurait par l'addition d'engrais augmenter de valeur sous le rapport de la production. C'est pour cela que l'emploi du guano augmente beaucoup moins le rendement des terres soignées que celui des terres de mauvaise qualité : et tandis que sur les *bonnes terres* il ne produit plus de bénéfice notable ou rémunérateur pour peu que son prix augmente, le *mauvais* cultivateur le considère toujours, et avec raison, comme un moyen qui lui procure quelque profit.

Pendant les années 1855 et 1856, on a importé plus de 10 millions de quintaux de guano dont la majeure partie est restée en Angleterre ; depuis un demi-siècle, on a importé dans ce dernier pays plus de 60 millions de quintaux d'os, et tout cela n'est rien, comparé à la surface des terres arables de la Grande-Bretagne, et n'est qu'une seule goutte comparée à cet océan de déjections humaines que les fleuves ont conduit dans la mer.

L'agriculture, par l'achat d'engrais étrangers, cherche à couvrir le plus possible la perte que subissent annuellement les terres cultivées : ce qu'elle peut faire sous ce rapport est bien peu de chose. En 1852, la quantité de guano employée en Saxe, dans les districts de Dresde, Leipzig, Zwickau et Bautzen, s'éleva à 60,000 quintaux : on employa le guano à raison de $3^{k}82$ par hectare en moyenne. Ces $3^{k}82$ de guano (quand c'est une bonne espèce) ne contiennent que 1 1/3 kilog. de substances fixes qui se trouvent dans les semences, et dont on enlève annuellement 35 kilogr. par hectare. D'après cela, si l'on importait en Saxe, en une année, 1,428,000 quintaux de guano renfermant 35 p. c. de sub-

stances minérales fixes (ce qui exigerait une dépense d'environ 16 millions de francs), on ne ferait que rendre aux champs saxons ce qu'on leur enlève dans une seule récolte de grains.

On ne doit pas donner à ces chiffres plus de valeur qu'ils n'en méritent; ils sont d'une exactitude suffisante pour démontrer que nos champs seraient d'une fertilité incalculable, que la même superficie de terrain pourrait nous fournir une quantité beaucoup plus grande de substances alimentaires, que nous ne devrions pas en abandonner la moitié à nos bestiaux, si nos ancêtres avaient eu soin de faire revenir des villes et de rendre à leurs champs le guano qu'ils leur avaient enlevé dans les récoltes.

Il n'y a pas d'artisan qui tienne plus à faire des profits instantanés et passagers que le paysan ordinaire, et même, quoiqu'on doive supposer le contraire, il n'y en a pas qui sache moins calculer au point de vue industriel.

Le cultivateur rusé, qui achète aux paysans de son voisinage leurs pommes de terre pour en faire de l'eau de vie, ou leur colza pour en fabriquer de l'huile, sait que la récolte de pommes de terre de deux journaux de champ, récolte que le paysan lui a vendue, peut, au moyen des déchets qu'elle renferme, lui produire trois récoltes de seigle ou une bonne récolte de colza; il sait que chaque quintal de colza, employé sous forme de tourteaux, peut lui procurer deux quintaux de froment; aussi, dans l'établissement de sa distillerie ou de son moulin à huile, a-t-il soin de porter en compte les conditions de fertilité dont ses champs se trouvent augmentés.

Le paysan qui lui vend les pommes de terre ou le colza sait qu'il considère ce bénéfice comme très-impor-

tant : lui-même le regarde comme peu important pour ses propres champs; il ne lui vient pourtant pas dans l'idée de faire le sacrifice d'une partie de l'argent qu'il a reçu, pour rendre à ses terres, sous forme de fumier, les principes qu'il leur a enlevés. Les marchands de colzas et de pommes de terre doivent, s'ils sont cultivateurs, ne vendre, les uns que l'huile et les autres que l'amidon aux industriels ; car ce n'est que de cette manière que le cercle puisse se maintenir.

Le cultivateur ne fait pas seulement commerce de ses grains, mais encore de ses pommes de terre et de ses betteraves (pour la fabrication du sucre), de tabac, de chanvre, de lin, de pavots, de colza et de vin.

Celui qui cultive des grains et produit de la viande, n'enlève à ses terres, dans les produits qu'il en retire, que l'acide phosphorique, les alcalis et les terres alcalines ; il leur conserve les substances fixes de la paille et des fourrages, et l'alternement des cultures fait passer ces substances d'un champ à un autre; le trèfle et les betteraves vont s'en emparer dans le sous-sol, et au moyen du fumier, elles s'accumulent continuellement dans la couche arable. Celle-ci reçoit annuellement, avec son fumier, un surcroît d'acide silicique soluble, des alcalis et des sels à bases alcalines ; il y a, au contraire, diminution dans les phosphates qu'elle renferme.

On comprend d'après cela pourquoi, en donnant à ses terres ces mêmes engrais, — l'acide silicique soluble, la potasse et les sels potassiques, — le cultivateur qui ne produit que du grain et de la viande, ne les stimule que fort médiocrement, car elles possèdent en général un excès de ces engrais qui ne fait aucun effet à cause du manque de phosphates. On comprend encore

pourquoi le même cultivateur préfère comme engrais les phosphates, le guano, les excréments humains, et n'attribue aucune valeur aux autres substances nutritives des plantes.

Une seule fumure d'excréments humains, appliquée aux terres de même nature que celles dont nous venons de parler, leur fait porter, pendant une longue suite d'années, d'abondantes récoltes en grains, et cela avec ou sans la coopération du fumier d'étable; mais l'emploi continuel du guano finit par les épuiser. Les excréments humains renferment la totalité des principes fixes provenant du grain et de la viande; il manque au guano, pour pouvoir les remplacer complétement. une certaine quantité de potasse. C'est pour cela qu'au bout d'un certain temps, son action est si peu remarquable sur les terres pauvres en potasse (terres calcaires et sablonneuses); on remet alors celles-ci en bon état, en y répandant des cendres de bois qui contiennent beaucoup de potasse.

Un tout autre état de choses a lieu chez celui qui cultive des pommes de terre et des betteraves, et qui vend ses produits au distillateur ou au fabricant de sucre.

Dans la récolte moyenne de trois hectares de pommes de terre, il vend les principes fixes des grains de quatre récoltes de froment et, en outre, plus de 300 kilogr. de potasse.

Dans la récolte moyenne de trois hectares de betteraves, il vend les principes fixes des grains de quatre récoltes de froment et 10 *quintaux de potasse*. Une seule fabrique de sucre, celle de Waghâusel, livre au commerce, tous les ans, 100,000 kilogr. de sels de potasse qu'elle retire des résidus de la mélasse et qui proviennent des terres des cultivateurs badois.

Il est évident qu'il existe dans la culture des pommes de terre et des betteraves deux causes d'épuisement du sol : à chaque récolte, on enlève, avec ces plantes, un tiers de phosphates de plus qu'avec la culture du froment, et, en outre, une énorme quantité de potasse et de sels potassiques. On peut augmenter donc la production en betteraves et en pommes de terre, sur des terres qui contiennent beaucoup de potasse, par une application de guano ou de phosphate acide de chaux; mais ni le guano, ni la poudre d'os ne remplacent la potasse enlevée; il en résulte donc pour ces terres un épuisement encore plus grand, au bout de quelques années. Sur d'autres terres où l'on cultive également les pommes de terre et les betteraves et qui sont pauvres en alcalis, une bonne fumure faite avec du fumier d'étable, qui contient beaucoup d'alcalis, produit un effet bien supérieur à celui du guano.

Quant à ceux qui cultivent les plantes commerciales, ils se trouvent dans la situation la plus déplorable pour rendre à leurs terres les conditions de fertilité qu'ils leur ont fait perdre. Celui qui plante du tabac enlève, avec les feuilles, une énorme quantité de principes minéraux du sol (ainsi, par exemple, cette quantité qui n'est que de 10 p. c. dans le trèfle, s'élève de 18 à 24 p. c. dans les feuilles de tabac). S'il possède des prairies artificielles qui lui fournissent les engrais nécessaires pour ses plantes de tabac, il se trouve dans la position d'un cultivateur qui vend son trèfle et ses betteraves, c'est-à-dire qu'au bout de quelques années, il en est arrivé au point que ses champs ne produisent plus de tabac; il est obligé alors d'avoir recours à son voisin, le producteur de grains et de viande, pour en obtenir ce qui lui manque, et de lui acheter, à des prix très-élevés, son trèfle,

ses betteraves sous forme de fumier. Si ce voisin, ayant estimé trop haut l'excédant de fumier qui lui restait, en cède à notre planteur de tabac, il revient la plupart du temps de son erreur, car il voit que ses récoltes diminuent. Il s'aperçoit alors qu'on ne peut pas produire le fumier à volonté et que le proverbe : « Produis plus de foin et tes grains viendront tout seuls, » ne lui sert à rien ; il comprend que son fumier lui aurait donné pour bénéfice le sixième et le septième d'une récolte de grains, et cela pendant sept et quelquefois même dix ans, bénéfice que la vente malentendue de ce fumier lui a fait perdre, et lui a fait perdre pour plusieurs années. Aussi n'a-t-il plus de fumier à vendre.

Le planteur de tabac qui avait d'abord le fumier à proximité, s'adresse aux producteurs de grains et de viande, qui doivent encore acquérir l'expérience qu'a acquise son voisin : l'étendue de terrain exploitée ainsi par lui augmente chaque année, jusqu'à ce qu'il soit forcé d'aller à la ville chercher ses engrais et de remplacer par d'autres moyens les éléments qui manquent aux engrais des villes.

La même chose a lieu dans les pays où l'on cultive la vigne. Les vignobles ont, en général, une position inclinée, et ne possèdent pas de terre arable; le sol y est encore infiniment plus pauvre en substances nutritives des plantes, que les champs qui se trouvent dans les plaines. Les vignobles ne produisent pas d'engrais; ils reçoivent, dans une certaine mesure, des matières nutritives que leur fournissent les terres environnantes sur lesquelles on cultive du grain et des herbages ; ou les propriétaires, quand ils en ont l'occasion, vont chercher de l'engrais dans les bois avoisinants.

En remuant profondément le sol, le vigneron facilite

le contact de son terrain maigre avec les racines du cep, racines qui pénètrent profondément dans le sol et, par une culture bien entendue de trèfle et de luzerne, il fait en sorte que les substances fertilisantes s'accumulent sur la couche supérieure du sol où elles faisaient défaut; il conduit sur ses vignes les débris décomposés de roches riches en alcalis (*bourd*), de même que la couche arable de ses champs.

La culture de la vigne exerce donc sur la production du grain et de la viande une influence aussi nuisible que celle du tabac et des autres plantes commerciales. Le producteur de grains et de viande spolie ses propres terres suivant le système usuel; le vigneron et le cultivateur de plantes industrielles spolient à leur tour le producteur de grains, et les grandes villes, semblables à des abîmes sans fond, engloutissent toutes les conditions de fertilité des plus grandes terres.

C'est ainsi que les vignerons du Palatinat et les planteurs de tabac ont épuisé les champs de l'Odenwald Badois et Hessois, et appauvrissaient le malheureux paysan qui ne savait pas résister au son de l'argent qu'il recevait pour prix de son fumier.

C'est ainsi que, au bout d'une série de siècles, les cloaques de la ville éternelle ont englouti tout le bien-être du paysan romain, et, lorsque ses champs ne furent plus à même de suffire à l'alimentation des habitants, les richesses de la Sicile, de la Sardaigne et des côtes fertiles de l'Afrique vinrent s'engouffrer dans le même cloaque.

On voit cependant la fertilité du sol se maintenir là où une population agricole n'occupe qu'un espace relativement peu étendu, où l'on voit le bourgeois et l'ouvrier des petites villes, occupant la même surface

de terrain, cultiver ensemble leur petit morceau de terre.

Lorsqu'un mille carré d'un tel pays est habité par 3,000 hommes, il est impossible d'exporter du grain et de la viande, car les champs peuvent à peine suffire à l'alimentation de cette population, et un excédant de produits, qu'on pourrait exporter, ne se présente que rarement. Toutes les substances fixes contenues dans les produits consommés, sont exactement rendues au sol d'où elles proviennent. Rien n'en est perdu, car chacun sait que, s'il en perd, il doit chercher à les remplacer d'une manière quelconque.

Que l'on suppose un moment la même terre entre les mains de dix gros propriétaires ; au lieu de chercher à restituer ce qui aura été enlevé, ils pilleront le sol de plus belle. Le petit propriétaire restitue au sol à peu près tout ce qu'il lui enlève. Le grand, au contraire, cherche à retirer le plus possible de grain et de viande pour l'envoyer dans les grands centres de consommation, et il aliène ainsi les conditions de leur reproduction. Au bout d'une série d'années, cette terre est un désert tout comme la campagne romaine.

Voilà la cause naturelle de l'appauvrissement du sol au moyen de la culture; il n'y en a pas d'autre ; seulement nos professeurs d'agriculture moderne ne la connaissent pas, et se hâtent et s'appliquent de toutes leurs forces à achever la ruine de l'agriculture allemande. On ne peut, disent-ils, épuiser les terres fertiles de toutes leurs conditions de fertilité, il n'y a que le fouet qui manque pour mettre celles-ci en mouvement. Un destin favorable leur envoya dans le guano une ancre de salut dans la détresse, dont leur théorie est la cause, et, dans leurs mains malheureuses, ce secours ne devient à la

longue qu'un moyen d'appauvrissement de plus. Un jour viendra où il fera également défaut, et puis après?

Nous n'en sommes pas encore là, disent tous ceux qui ont eu jusqu'aujourd'hui des terres fertiles et des récoltes abondantes. Nous n'en sommes pas là non plus, disait ce voleur qui allait se corriger jusqu'au moment où on lui mettait la corde au cou. Mais pourtant cela doit arriver! Ce peut être une expérience agricole, mais ce n'est pas de la science.

DOUZIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

État de l'agriculture moderne sous le rapport historique. — Notions sur l'agriculture d'après les écrits des anciens Romains.

« L'histoire de l'humanité, dit Thaer, est également celle de l'agriculture ; » je ne connais pas de proposition plus erronée que celle-là. Toutes nos industries en rapport avec les sciences naturelles ont leur histoire particulière, il n'y a que l'agriculture moderne qui n'en ait pas, car elle est d'aujourd'hui, tout au plus d'hier ; ce qu'elle a fait depuis huit jours, elle n'en sait rien, ou, si elle le sait, le cultivateur n'en est pas pour cela beaucoup plus instruit.

Des millions de faits ne peuvent pas se transmettre par tradition, mais les principes scientifiques, qui sont l'expression de ces faits, peuvent se transmettre, parce qu'ils sont invariables de leur nature.

De tous les arts, l'agriculture est le plus riche en faits réels et le plus pauvre en faits compris. Les premiers sont des grains de sable que le vent disperse, mais les principes sont des grains de sable qui s'agglutinent

pour former des roches. De lui-même le fait dit seulement qu'il existe; l'expérience dit pourquoi le fait existe.

La science est de sa nature conservatrice et nullement destructive; les vérités que fait connaître la pratique ne sont pas rebutées, mais bien acceptées par la science; jamais elle ne les contredit, mais elle leur donne leur expression exacte et une extension plus grande : la science ne saurait donc produire une révolution dans la pratique, mais elle est la route à suivre pour faire une suite de progrès dont les uns sont toujours la conséquence des autres.

L'agriculture moderne possède bien des méthodes et des systèmes de nature différente, mais aucun principe; il lui manque le « savoir. » Après tant de milliers d'années, le meilleur et le plus expérimenté des cultivateurs ne sait pas encore quel est le meilleur des fumiers : est-ce le fumier frais ou bien celui qui est déjà consommé ?

L'agriculture moderne n'a aucun rapport avec l'histoire de l'humanité : si celle-ci est le miroir de ses erreurs et de ses fautes, elle l'est aussi de ses progrès; mais comme la première ne reconnaît pas d'erreurs, elle ne reconnaît naturellement pas de progrès.

S'il existait pour l'agriculture une histoire du développement du genre humain, ou si les hommes qui l'enseignent voulaient se renseigner là-dessus, le cultivateur saurait que, il y a deux mille ans, déjà les hommes les plus éclairés et les plus distingués de l'ancienne Rome, voyaient la marche de l'agriculture entravée à cette époque par toutes les difficultés qui la menacent encore aujourd'hui, que le même système de culture intensive que nos agronomes modernes considèrent et recomman-

dent comme le meilleur, était déjà mis en pratique sans pouvoir néanmoins guérir le mal.

Les notices suivantes tirées de Columelle, de Caton, de Virgile, de Varron et de Pline, pourraient déjà faire ouvrir les yeux à bien des cultivateurs pratiques ; elles renferment des choses bien plus remarquables que tout ce que nos professeurs modernes peuvent enseigner aujourd'hui. Quand on lit les douze livres de Columelle et qu'on les compare à nos manuels d'agriculture pratique, on éprouve vraiment la même sensation que si l'on se trouvait transporté d'un désert aride dans un beau jardin, tellement tout y est frais et gracieux.

Dans sa préface, adressée à Publius Silvinius, Columelle dit : « Les principaux de l'État s'inquiètent de la stérilité du sol et se plaignent de l'intempérie des saisons qui, depuis un certain temps, contrarie les récoltes; d'autres pensent que le sol est maintenant épuisé par la trop grande fertilité qu'il montrait du temps passé. Mais, continue-t-il, il n'y a personne d'assez peu raisonnable pour croire que la terre vieillisse tout comme nous autres hommes ; sa stérilité a surtout pour cause la manière dont nous agissons envers elle, en abandonnant tous les soins de la culture à des valets ineptes et ignorants.

» Il faut d'autres connaissances au cultivateur, d'autres au gardien de troupeaux. Le premier doit savoir quelles sont les récoltes qui conviennent le mieux aux terres qu'il cultive, le second doit comprendre comment il faut traiter ses troupeaux pour en tirer profit. Les deux professions sont en rapport intime l'une avec l'autre et ont besoin l'une de l'autre. En effet, il est en général plus avantageux de consommer le fourrage dans la propriété même que de le vendre : et comme les engrais contribuent le plus à rendre les champs fertiles, et qu'on tient

le bétail pour avoir le fumier, tous ceux qui ont des terres ne doivent pas seulement se contenter de simples notions sur l'agriculture, mais encore en posséder sur les pâtures du bétail et sur la manière de fourrager à l'étable. » (COLUMELLE.)

« En quoi consiste une bonne agriculture? D'abord dans une bonne administration, en second lieu dans un labour soigné, et en troisième lieu dans les engrais. » (CATON.)

« La couleur d'une terre n'est pas un signe certain de sa bonté. De même que les bêtes à cornes les plus vigoureuses sont bariolées d'une infinité de couleurs différentes, de même le meilleur sol présente une grande diversité dans son aspect extérieur. » (COLUMELLE.)

« Il y a plusieurs variétés de terrains, les terrains calcaires, sableux, argileux, etc. L'un est humide, l'autre sec ou d'une humidité ordinaire, gras ou maigre, meuble ou compacte; le mélange de tous ces terrains donne lieu à des différences infinies ; on améliore les terres argileuses et compactes au moyen du sable ou de la marne, et les terres sableuses avec de l'argile. « (PLINE, PALLAD., COL.)

« Lorsque l'humidité du sol est trop forte, on la fait disparaître en creusant des fossés qu'on laisse ouverts ou que l'on recouvre; dans les sols compactes et crayeux (?) ces fossés doivent rester ouverts. — Ceux-ci doivent être plus larges du haut que du bas; s'ils sont verticaux, l'eau enlève la terre latéralement et celle-ci finit par les combler. Les fossés recouverts doivent être creusés à trois pieds de profondeur et remplis à moitié de petites pierres ou de gros sable sur lequel on rejette la terre que l'on avait enlevée; si l'on n'a ni pierre ni sable, on y met des broussailles que l'on a

soin de comprimer comme il faut et que l'on recouvre ensuite de terre. Aux extrémités de ces fossés on fait comme une espèce de petit pont avec deux pierres qui en soutiennent une troisième; cela maintient le fossé ouvert. » (COLUM.) « Un champ fertile doit être meuble, c'est la qualité que nous cherchons à lui donner au moyen du labour. » (VIRGILE.) « Labourer le sol n'est rien autre que le rendre plus meuble et partant plus fertile. » (CAT.) « Les anciens Romains ne considéraient pas un champ comme bien labouré quand on devait le herser ensuite. » (COL.) « Il faut retourner les terres compactes en automne et les labourer trois fois. On doit tracer des sillons tellement nombreux et serrés, qu'on puisse à peine voir de quel côté on a labouré; alors toutes les racines des mauvaises herbes sont enlevées du sol; on doit aussi donner à une jachère des labours tellement fréquents qu'elle tombe en poussière. Le maître du champ doit veiller à ce que les labours soient convenablement exécutés : pour cela il enfonce une perche à travers les sillons; s'il ne rencontre aucune résistance, c'est que le labour est bien fait. Les mottes de terre doivent être écrasées avec soin. Il faut labourer quand le sol n'est ni trop sec ni trop humide; s'il est trop dur, la charrue ne peut y entrer facilement : il se forme alors de grosses mottes de terre; celles-ci entraînent ainsi des parties du sous-sol, qui est toujours stérile, même dans les meilleures terres, et nuisent à la qualité de la couche arable. On doit avoir soin de choisir pour chaque espèce de sol, les plantes les plus convenables à sa situation et à l'état dans lequel il se trouve. car toutes les plantes ne réussissent pas également bien sur le même sol. » (CATON.) « Il y a des plantes qui aiment une terre sèche, à d'autres une terre humide convient mieux. » (CATON.) « Le foin qui

croît naturellement dans les endroits humides est meilleur que celui qu'on obtient au moyen d'irrigations. Une prairie située dans une plaine doit être légèrement en pente ; de cette façon, la pluie et l'eau ne peuvent y séjourner, mais s'écoulent lentement. » (Col.)

« Le grain destiné à la semence doit être choisi à la main ; les graines des plantes à gousse (légumineuses) doivent être préalablement plongées dans de l'eau chargée de salpêtre. » (Virgile.) « Sur les grandes propriétés on laisse le sol alternativement en jachère pour épargner le fumier. Si l'espace ne le permet pas, on alterne les céréales avec les plantes fourragères, et on fortifie le sol avec des engrais. » (Caton., Col.) « Il y en a qui sèment deux fois de suite du grain sur le même champ ; les propriétaires doivent défendre cela à leurs fermiers. » (Festus.) « Le sol doit se reposer d'année en année, ou être ensemencé d'une plante plus légère, qui l'épuise moins. » (Varron.)

« Le lupin est la principale de toutes les légumineuses qui peuvent servir d'engrais verts, parce qu'il n'exige que peu de travail, qu'il est le moins coûteux, et que de toutes les plantes, il agit avec le plus d'efficacité sur le sol ; c'est le meilleur engrais pour les terres épuisées, et il croît avec facilité sur les terres peu productives. »

« D'après Saserna, quelques plantes agissent comme engrais et fertilisent le sol; d'autres, au contraire, l'appauvrissent. » — « Le lupin, les fèves, les pois, les lentilles, les vesces peuvent servir d'engrais. Quant au lupin et aux vesces, je le crois, mais on doit les faucher verts et les enterrer de suite dans le sol, au moyen de la charrue. » (Colum.) « Le lin, le pavot et l'avoine enlèvent la force au sol. » (Virgile.) « Le seul moyen à employer pour

remettre le sol en état, après qu'il a porté une récolte quelconque, c'est une bonne fumure, au moyen de laquelle on lui rend de nouvelles forces. » (COLUM.) « Il y a trois espèces de fumier : le meilleur est celui des oiseaux, vient ensuite celui de l'homme, le fumier du bétail occupe le troisième rang. Celui-ci comprend encore plusieurs sortes : celui des ânes est le meilleur, puis vient celui des moutons, puis celui des chèvres et finalement celui des chevaux et des bêtes à cornes; celui des cochons est le plus mauvais. Si l'on ne cultive généralement que des graines, il n'est pas nécessaire de mettre à part toutes ces espèces de fumier, mais si l'on possède des pépinières, des terres en culture et des prairies, on conserve chaque espèce de fumier séparément. » (COL.) «La fiente de pigeons (guano) est bonne pour être semée sur les prairies, dans les jardins ou sur les semences. » (CATON, VARRON et CASSIUS.) « Le fumier de cheval est le meilleur pour les prairies, comme, en général, le fumier de toutes les bêtes de somme nourries avec de l'orge, car celui-ci fait pousser l'herbe avec force. » (VARRON.)

« L'emploi des cendres est aussi fort avantageux, et leur usage est tellement répandu sur l'autre rive du Pô, dit Pline, qu'on les préfère au fumier lui-même. »

« Si l'on n'a fait provision d'aucune espèce de fumier, on peut suivre avec avantage l'exemple de mon oncle, Marcus Columella ; il fumait les ceps de ses vignes non pas avec du fumier, parce qu'il gâte le bouquet du vin, mais avec de la terre qu'il allait chercher dans les bois. Je crois que, si le cultivateur manque de fumier, le lupin peut lui être d'un grand secours : en le semant sur les terres maigres et en l'y enterrant vers la mi-septembre, il tient la place du meilleur engrais. » (COLUM.)

« Un cultivateur doit savoir qu'un champ sans fumure aucune perd de ses forces, mais qu'une fumure trop forte lui est nuisible. Voilà pourquoi il est préférable de fumer souvent, plutôt que de le faire immodérément. » (Col.)

« Je dois encore rappeler ceci : le fumier conservé pendant un an est le meilleur : pendant l'été, on le retourne, et on le tient humide, afin que les graines des mauvaises herbes pourrissent et ne soient plus reportées sur le sol. » (Col.)

« Les meilleures plantes fourragères sont la luzerne, le fenu-grec, les vesces et des mélanges d'orge. La plus avantageuse de toutes est la luzerne, parce que, une fois semée, elle dure dix ans; elle engraisse le bétail maigre et sert de médecine aux animaux malades. On doit sarcler dans le principe, sans quoi la mauvaise herbe étoufferait la luzerne. » (Col.)

« Il ne faut pas toujours semer des plantes dans le seul but d'en profiter l'année même, il faut aussi le faire pour l'année suivante, parce qu'il y en a un grand nombre qui, étant coupées et laissées sur le sol, améliorent celui-ci. C'est ainsi que, dans les terres maigres, on enterre le lupin avec la charrue. »

« Fauche ton foin en temps opportun, et surtout prends garde de le faire trop tard; tu dois le faucher avant que la semence ne soit mûre; ainsi tu auras du foin de meilleure qualité. » (Caton.)

« On améliore les prairies chargées de mousse par un nouveau semis ou au moyen d'une fumure; l'un et l'autre ne sont cependant pas aussi avantageux que l'addition de cendres qui fait disparaître la mousse. » (Colum.)

Tous ces préceptes n'avaient, ainsi que l'histoire nous

l'apprend, que des conséquences passagères ; ils accéléraient la ruine de l'agriculture romaine, ils finissaient même par enlever au petit cultivateur le moyen de maintenir les terres fertiles et d'obtenir de bonnes récoltes. Déjà, du temps de Columelle, on ne récoltait guère que quatre fois la semence ; les champs passaient entre les mains de grands propriétaires qui les faisaient cultiver par leurs esclaves et réussissaient encore, pour quelque temps, à retirer « les récoltes les plus abondantes avec la moindre dépense possible en fumier. » Il en résulta que les produits de ces champs ne suffisaient même plus pour payer les impôts, et, comme l'histoire des trois premiers siècles de notre ère le rapporte, la suite de tout cela fut la situation la plus horrible, la plus épouvantable dans laquelle un peuple puisse se trouver. Il y avait certes d'autres causes, mais l'épuisement du sol au moyen de la culture par spoliation en était une des principales.

TREIZIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

De l'agriculture en Chine.

Je vais montrer à nos agronomes un autre peuple, qui, sans aucune théorie, (car il n'en connaît rien,) a trouvé la véritable pierre philosophale que, dans leur aveuglement, ils recherchent vainement; — un pays, dont la fertilité, au lieu de diminuer, n'a fait qu'augmenter depuis trois mille ans, et qui renferme sur un mille carré plus d'habitants que la Hollande ou l'Angleterre.

D'après les relations les plus anciennes, comme d'après les plus récentes de Davis, de Hedde, de Fortune et d'autres voyageurs, et les recherches que feu sir Robert Peel a fait faire, suivant mon désir et sur les lieux mêmes, concernant l'agriculture chinoise, on ne connaît pas en Chine la culture des plantes fourragères, ni les prairies, ni tout ce qui a rapport à l'alimentation du bétail; on n'a aucune idée du fumier et des engrais de basse-cour; chaque terrain porte annuellement deux récoltes et ne reste jamais en friche.

Le froment rend quelquefois 120 fois sa semence. — (Eckeberg.) On considère comme une récolte moyenne celle qui rapporte 15 fois la semence (Davis). Tous les procédés que nos agronomes allemands et ceux qui suivent leurs leçons regardent comme indispensables pour l'augmentation des produits du sol, ne sont pas seulement considérés par les Chinois comme *absolument* inutiles, mais ils savent obtenir sans leur coopération des produits doubles de ceux que peut produire l'agriculture *intensive* allemande.

Il est vrai qu'en Chine il existe d'autres conditions que chez nous. Les Chinois sont en partie Bouddhistes et ne mangent pas de bœuf; nous mangeons plus de viande qu'eux; nous devons donc produire du fourrage pour avoir de la viande; mais là n'est pas la question : il s'agit des principes sur lesquels doit s'appuyer la pratique. Nos professeurs d'agriculture nous enseignent à cultiver les fourrages, non pas pour obtenir de la viande, mais pour produire du fumier, et c'est en ce sens qu'ils montrent qu'ils ne comprennent pas l'esprit de l'agriculture, et qu'ils ne savent pas même ce que c'est qu'un principe scientifique.

Lorsqu'on établit un principe scientifique, on doit avoir en vue, non pas les avantages que son emploi peut rapporter, mais bien son *exactitude*; car s'il est exact, il est utile.

Dans l'agriculture scientifique il n'y a plus de « fumier, » car les idées qu'on attachait à ce mot sont vieillies : il en est de ce mot comme du mot *phlogistique* au moyen duquel, dans le siècle dernier, on expliquait tous les phénomènes chimiques.

Aussi longtemps que l'on ne sut pas ce qu'était le phlogistique, on se servit de ce terme comme d'un col-

lectif, pour réunir une foule de causes dont on ne comprenait pas bien l'action et pour se faire comprendre dans les leçons qu'on donnait sur la chimie; mais dès qu'on put se rendre compte de ce que c'était que le phlogistique, et de ce qu'on représentait par là, on lui substitua les notions exactes : les idées prirent un cours régulier et les explications qu'on donna furent justes, exactes et faciles à comprendre; ce qu'elles n'étaient pas auparavant. — Pourtant le bois ne brûle pas autrement qu'alors, l'air est toujours le même, l'eau mouille aujourd'hui comme alors; mais quels progrès n'a pas faits le genre humain depuis qu'on donne, au lieu de phlogistique, des explications exactes sur l'air, l'oxygène et le phénomène de la combustion!

Un progrès semblable, mais bien plus grand et plus fécond en résultats, peut résulter de la connaissance exacte de la fonction de nutrition chez les plantes et chez les animaux. On tournerait en ridicule le professeur de chimie qui voudrait aujourd'hui expliquer le moindre phénomène chimique au moyen du *phlogistique*; eh bien, il est tout aussi singulier qu'un professeur d'agriculture prétende expliquer un cas qui se présente, au moyen du *fumier*. En effet, au lieu de ce mot suranné, qui aujourd'hui n'a plus de sens, il convient d'employer cette expression : *substances nutritives:* celles-ci sont spéciales à chaque espèce de plante; et c'est par leur action simultanée qu'il convient d'expliquer le cas ou le phénomène en question. Ceux qui enseignent *qu'il est nécessaire* de produire du fumier au moyen des plantes fourragères et conséquemment de tenir des bêtes à cornes pour bien cultiver, ceux-là se trompent.

Il faut établir une différence entre *nécessité* et *uti-*

lité. Le bétail peut être *très-utile* au cultivateur pour ce qu'il lui rapporte en beurre, en fromage et en viande; seulement il doit savoir et on doit lui apprendre qu'il n'est pas *forcé* d'en tenir.

Le bétail est nécessaire pour la production du fumier, mais celui-ci ne l'est pas pour rendre la terre fertile. Dans le système alterne, la culture des plantes fourragères et leur enfouissement dans la couche arable des terres à froment, *est seule nécessaire*, et il est entièrement inutile pour les céréales que les plantes fourragères aient été préalablement consommées par le bétail et converties en fumier (1).

La production des grains n'est nullement en rapport intime avec celle de la viande ou du fromage ; car ce que l'on produit en viande on le produit au dépens du grain. Nous ne pouvons nous passer ni de viande, ni de lait, ni de fromage, et si l'éleveur, qui le produit, laisse au cultivateur le soin de la culture du grain, tous deux en retireront, ainsi que le consommateur, un avantage marqué.

En Angleterre, on se trouve fort bien de cette pratique, et quand le cultivateur allemand aura appris à compter, comme il est à espérer que cela viendra, on doit s'attendre à voir la même chose se faire chez nous. On n'établit pas une fabrique de produits chimiques dans le premier endroit venu, mais seulement là où la localité offre quelque avantage particulier, et, au résumé, l'agriculture est une industrie tout comme une autre.

En Chine, on ne sait rien des principes de l'agriculture

(1) Les lupins, les vesces, le trèfle, les navets, etc., produisent même de meilleurs résultats quand on les enfouit verts après les avoir coupés.

allemande ; excepté les engrais verts, on ne connaît pas d'autre fumier que les excréments humains : ce que l'agriculteur chinois emploie d'autre pour augmenter sa production est, sous le rapport de la quantité et de l'effet produit, bien peu de chose en comparaison des déjections humaines.

Il est complétement impossible de se faire chez nous une idée du soin que les Chinois mettent à tirer parti des matières fécales de l'homme; pour eux, comme le rapportent Davis, Fortune et Hedde, elles sont le suc nourricier du sol; celui-ci ne doit sa fertilité qu'à cet agent énergique.

Le Chinois, dont l'habitation est encore ce qu'elle était à l'origine, une simple cabane, construite en pierres et en bois, le Chinois, dis-je, ne connaît pas les latrines comme nous les avons chez nous; seulement on voit, dans l'endroit le plus apparent de toute la maison, des cuvelles en terre ou des citernes murées avec tout le soin possible, et l'idée de leur utilité commande tellement à son odorat que, comme le raconte Fortune (*The Tea districts of China and India*, t. I, page 221), ce qu'on regarde ordinairement comme inconvénient insupportable dans toutes les villes civilisées de l'Europe, est considéré là-bas par toutes les classes, pauvres ou riches, avec une certaine satisfaction; « et je suis certain, ajoute-t-il plus loin, que rien n'étonnerait plus un Chinois que de voir quelqu'un se plaindre de la puanteur qui s'exhale de réservoirs semblables. »

Ils ne désinfectent pas ce fumier-là, mais, comme ils savent parfaitement qu'il perd de sa force une fois en contact avec l'air, ils ont grand soin de le préserver de toute évaporation.

Après le commerce de grains et de denrées alimen-

taires, il n'y en a pas de plus étendu que celui de cette sorte d'engrais. Ce sont de longs et grossiers véhicules, qu'on voit traverser les routes dans tous les sens, qui transportent journellement ce fumier dans les campagnes. Chaque campagnard qui a été le matin vendre ses denrées au marché, en rapporte le soir deux seaux de ce fumier attachés à une tige de bambou.

On fait tant de cas de ce fumier, que chacun sait ce qu'un homme peut en produire par jour, par mois ou par année, et tout Chinois considère comme une grave impolitesse de la part de son hôte, que celui-ci quitte sa maison sans lui laisser au moins un bénéfice auquel il a droit en retour de son hospitalité. On évalue les déjections de cinq personnes à deux *Teu* par jour, soit environ 20 hectolitres par an, au prix de 14 francs l'hectolitre.

Dans le voisinage des grandes villes, ces excréments sont convertis en poudrette, qui est envoyée sous forme de tourteaux dans les provinces les plus reculées de l'empire. On les délaie dans l'eau et on s'en sert ainsi à l'état liquide. Excepté pour le riz, le Chinois ne fume jamais son champ, mais les plantes qui y croissent.

Toute substance provenant des végétaux ou des animaux est recueillie avec soin par les Chinois et convertie en engrais. Les tourteaux, la corne, les os sont pour eux d'une grande valeur : il en est de même de la suie et surtout des cendres. On peut se faire une idée de la valeur qu'ils attachent à tout ce qui provient des animaux, quand on saura que tous les déchets de barbe et de cheveux provenant de centaines de millions de têtes rasées tous les jours, sont recueillis avec soin et livrés au commerce. Le Chinois a confiance dans le plâtre et la chaux, aussi arrive-t-il souvent qu'il renouvelle le crépi

des cuisines, pour se servir de l'ancien comme engrais.

Aucun cultivateur chinois ne sème son champ avant d'avoir plongé les graines dans du purin étendu d'eau et jusqu'à ce qu'elles commencent à germer : l'expérience, prétend-il, lui a appris que les plantes acquièrent par cette pratique, un plus grand développement, et que la semence se trouve garantie des insectes qui se cachent dans le sol. (DAVIS.)

« Pendant l'été, tous les détritus végétaux, paille, herbes, tiges, feuilles, sont mélangés avec de la terre et mis en tas. Quand ceux-ci sont secs, on y met le feu et on laisse le tout brûler pendant plusieurs jours, jusqu'à ce qu'il soit changé en une terre noirâtre. Cet engrais n'est employé que pour les semences. Lorsque l'époque des semailles est arrivée, un homme fait des trous dans lesquels un autre qui le suit dépose la semence, un troisième jette sur celle-ci un peu de cette terre noirâtre, et la jeune plante, ainsi soignée, se développe avec une telle force, que ses racines pénètrent dans les parties du sol les plus compactes et vont y puiser les substances nutrives dont elles ont besoin. » (FORTUNE.)

« Le cultivateur chinois sème le froment après avoir plongé la semence dans du purin ; les grains sont semés dans des couches, où ils se trouvent très-près les uns des autres ; on transplante ensuite. Quelquefois les grains se trouvent semés directement, de telle sorte qu'ils sont espacés de quatre pouces à peu près. La transplantation a lieu en décembre ; en mars, la plante a poussé de sept à neuf tiges portant chacune un épi ; la paille est moins longue que chez nous. On m'a dit que le froment rend 120 fois la semence, ce qui compense abondamment la peine et le travail qu'on a dû dépenser. »

(ECKEBERG, *Rapport à l'Académie des sciences de Stockholm*, 1765.)

A Tschusan et dans toutes les rizières du Tchekiang et du Kiangsu, on cultive spécialement deux sortes de plantes comme engrais vert pour le riz; l'une est une espèce de coronilla, l'autre est le trèfle. On établit des silos très-larges, semblables à ceux qui servent à la culture du céléri; sur ces silos on dépose les semences à une distance de cinq pouces l'une de l'autre : au bout de quelques jours, la germination a lieu, et longtemps avant que l'hiver ne soit passé, le champ tout entier est couvert de la végétation la plus luxuriante; en avril, on enterre les plantes dans le sol et leur décomposition a lieu rapidement, accompagnée d'une odeur fort désagréable. Cette méthode est en usage partout où l'on veut cultiver le riz. (FORTUNE, vol. I, p. 238.)

Ces observations, que le manque d'espace ne me permet pas d'étendre davantage, suffisent pour prouver au cultivateur allemand que sa pratique, comparée à celle de la population agricole la plus ancienne du monde, est la pratique d'un enfant mise en parallèle avec celle d'un homme sage et expérimenté. L'agriculture chinoise est d'autant plus remarquable, et, si l'on tient compte de l'état de leurs industries chimiques et mécaniques, d'autant plus incompréhensible, qu'ils ont dû acquérir toutes leurs connaissances d'une manière purement empirique. Leur méthode d'enseignement exclue toute question qui traite du *pourquoi* des choses, c'est-à-dire, toute question qui pourrait les conduire à une science ou à un principe scientifique ; et cela si bien, que depuis des siècles ce peuple semble avoir radicalement perdu la possibilité de tout progrès, si ce n'est toutefois celui qui pourrait résulter de l'imitation. L'application des

lois de la nature, que les Européens ont faite avec tant de succès dans les machines à vapeur et les télégraphes électriques et qui, dans tant d'autres cas, leur a permis de commander aux forces naturelles, est complétement impossible pour les Chinois : leur législateur le plus ancien, Confucius, défend aux étudiants d'avoir et de mettre en pratique toute idée autre que celles contenues dans ses livres.

Il est vrai que ce qui est bon pour un peuple peut ne rien valoir pour un autre, mais il existe une vérité importante et incontestable qui ressort de l'agriculture chinoise, c'est que les terres du cultivateur chinois ont conservé leur fertilité et se sont toujours maintenues dans le même état de jeunesse qu'au temps d'Abraham et de la première pyramide d'Égypte (dans laquelle on retrouve des vases en porcelaine de Chine de la même forme et portant les mêmes caractères qu'aujourd'hui). Tout cela pourtant n'a qu'une seule et unique cause : le remplacement des conditions de fertilité qu'on a enlevées au sol avec ses produits, ou, ce qui est la même chose, avec l'aide d'un engrais dont la majeure partie est perdue pour l'agriculture européenne.

QUATORZIÈME LETTRE.

SOMMAIRE.

État dans lequel se trouvent les écoles supérieures d'agriculture. — Leur peu de vitalité. — L'enseignement scientifique en présence des cultivateurs. — Concordance des expériences chimiques et agricoles. — Formule simple pour les principes chimiques exprimés dans les lettres. — Recette pour la fertilité des champs et la durée constante de leurs rendements.

Depuis des siècles, le cultivateur européen ne fait que prendre et ne restitue rien ; aussi ses terres diminuent constamment en fertilité.

Depuis des milliers d'années, le cultivateur chinois rend à ses terres les substances nutritives fixes qu'il leur a enlevées, et leur fertilité n'a fait que s'accroître en même temps que la population.

La loi de la compensation, loi qui fait que les mêmes phénomènes reparaissent ou se maintiennent, lorsque les conditions dans lesquelles ils se produisent reparaissent ou restent les mêmes, est la plus générale de toutes les lois naturelles ; c'est elle qui domine tous les phénomènes de la nature dans leur succession, tous les événements du règne organique, tout ce que l'homme crée et produit dans les arts ou son industrie, et comme le cultivateur seul ne connaît pas cette loi, qu'elle est même combattue par ceux qui lui enseignent l'agri-

culture, on peut juger, d'après cela, de l'état dans lequel se trouvent les écoles où les fils de nos cultivateurs reçoivent leur instruction.

Tout ce que la chimie nous apprend concernant l'air, l'eau, la combustion, le sol arable, les cendres des plantes, le fumier et les substances qu'il renferme, tout cela est tellement facile à comprendre, que tout professeur instruit peut donner facilement (en une douzaine d'heures de leçons) une connaissance suffisante de toutes ces choses-là à n'importe quel jeune homme de la campagne, surtout si ce professeur sait renfermer ses leçons dans de justes limites. Les leçons que Faraday donna sur cet objet à quelques enfants à la *Royal institution* de Londres, prouvent qu'on peut le faire.

La même chose a commencé à avoir lieu en Bavière, sous le roi Max et d'après ses ordres, et, depuis cinq ans, tous les professeurs de l'école normale à Munich sont particulièrement instruits et exercés dans ce but.

Lorsque les instituteurs auront répandu par tout le pays les connaissances élémentaires chez nos campagnards, tout sera gagné pour l'avenir; l'État donc fait par là tout ce qu'il pourrait faire de mieux pour l'agriculture.

Si le petit garçon qui va à l'école y apprend à connaître, seulement par leur nom, les conditions de fertilité du sol, si son instituteur lui dit que tout gaspillage inutile est, comme celui du pain, un péché contre le pauvre, contre lui-même et contre l'humanité tout entière, une fois devenu homme, il construira un emplacement convenable pour son fumier, mieux que la police ne pourrait l'exiger.

En ce qui concerne les écoles supérieures d'agriculture, un simple regard jeté sur leur organisation fait

reconnaître qu'elles n'ont aucune chance de réussir à l'époque où nous sommes.

L'union de *l'école* avec l'enseignement de la pratique ou main-d'œuvre détruit toute son action qui pourrait être si utile; ni l'une ni l'autre ne peuvent fournir ni de bons établissements pour le développement de l'esprit, ni de bons ateliers pour l'étude de la pratique; ceux-ci ont un peu de l'un et de l'autre, mais rien de ce qu'il faudrait.

On peut se mettre au courant de la partie technique et *apprendre* les principes. Pour que le cultivateur apprenne la pratique, il lui faut l'apprentissage; pour former son esprit, il faut qu'il aille à l'école.

Unir les deux choses est impossible; les faire succéder l'une à l'autre est, au contraire, la seule chose possible. J'ai dirigé à Giessen une école de chimie pratique, pour l'analyse et tout ce qui s'ensuit, et trente années d'expérience m'ont appris qu'en mêlant la théorie et la pratique, on n'obtient rien de bon. Un étudiant qui s'adonne à la chimie et qui fréquente à la fois les cours théoriques et le laboratoire, manque le but pour lequel il est à l'école, et est un jeune homme perdu. Ce n'est qu'après avoir terminé complétement les études théoriques qu'il peut s'appliquer avec fruit à la pratique, dont il doit apporter les principes dans le laboratoire; car, sans cela, il ne la comprend pas : et s'il ne la comprend pas, il doit être écarté.

Dans toutes les professions basées sur l'étude des sciences naturelles, principalement dans celles dont la pratique n'exige pas d'adresse manuelle, le progrès ainsi que toute amélioration dépendent du développement des facultés intellectuelles, c'est-à-dire de l'école; un jeune homme qui connaît parfaitement les sciences natu-

relles, arrive à la connaissance des procédés techniques facilement et sans le moindre effort ; tandis que celui qui est le plus instruit dans ces procédés ne comprend généralement jamais les cas qui ne se sont pas encore présentés, ni les principes scientifiques ou leur application.

J'ai souvent trouvé que les étudiants qui ont fait de bonnes études humanitaires ont bientôt dépassé, sous le rapport des sciences naturelles, les élèves des écoles industrielles et polytechniques, même si ces derniers, au commencement, étaient, eu égard aux autres, sous le rapport de la science, comme des géants en présence de nains.

Je suis fort loin de révoquer en doute, d'aucune façon, l'incontestable utilité des écoles techniques et industrielles ; je les considère comme aussi indispensables que les colléges, car tous les hommes ne peuvent embrasser la même carrière, et l'étude des langues n'est pas le fait de tout le monde ; pour tant de sortes de minerais, il y a une infinité de fourneaux pour la fusion et la séparation des scories ; le talent est comme l'or qui se trouve toujours dans la nature à l'état natif et n'a conséquemment pas besoin de fourneaux spéciaux pour le purifier.

Dans les académies agricoles, la pratique est toujours en lutte avec la théorie, et lorsqu'on essaie un nouveau semoir ou une nouvelle charrue, les salles de chimie et de physique sont désertes. Les professeurs de mathématiques et de sciences naturelles sont, pour la plupart, formés dans nos universités, et sont des gens habiles et instruits ; mais c'est la pratique qui les domine et ils sont bientôt découragés, car, dans ces conditions, il ne saurait être question d'un enseignement scientifique sérieux. Je n'ai pas encore rencontré d'élève formé à ces sortes d'établissements agricoles qui eût une notion

exacte de la rosée ou qui pût distinguer les semences de toutes les herbes d'une prairie ou bien ces herbes elles-mêmes.

Apprendre un procédé technique est autre chose qu'exercer un métier qui demande de la pratique. L'élève d'une académie de beaux-arts voit de jour en jour les progrès qu'il a pu faire, et cela le rend beaucoup plus zélé; celui qui fréquente une académie agricole n'a pas de mesure pour pouvoir juger si ses connaissances techniques ont augmenté ; — il lui manque le stimulant pour exciter son zèle.

La fréquentation d'une université et ensuite celle d'une école comme Weihenstephan, où les principes de l'agriculture sont enseignés en même temps que la pratique et où les préceptes de la science ont trouvé leur seul défenseur en Allemagne, voilà ce qu'il faut pour former un jeune agriculteur.

Quand on pense que la plupart de nos académies agricoles, depuis une génération, ont été dirigées en partie par des hommes qui n'avaient aucune notion de chimie, de physique, de botanique, de géognosie, etc., on comprend qu'elles soient devenues des écoles d'oisiveté et d'opposition, au lieu d'être les écoles du progrès.

La discussion qui domine actuellement sur les principes scientifiques et leur emploi dans l'agriculture, est l'œuvre de ces écoles, et personne ne peut s'en étonner lorsque l'homme de pratique n'a pour la science que du dédain, même du mépris! car, comment aurait-il de l'estime pour elle, alors que cette estime ne peut provenir que de sa connaissance parfaite.

Je suis tout prêt à rétracter chaque mot que j'ai pu dire contre ces établissements, si quelqu'un veut résoudre, d'une autre manière, l'énigme que présente

le désaccord entre l'enseignement agricole et l'enseignement scientifique. Celui-ci n'embrasse pas des principes propres à un seul homme, mais bien les principes de toutes les sciences; ce sont ceux du physicien et du chimiste, du naturaliste et du mathématicien, parce qu'ils sont l'expression de la méthode à laquelle les savants doivent tous les résultats qu'ils ont acquis.

Tous les hommes de pratique s'accordent sur un point, c'est qu'ils ne veulent pas changer leurs procédés pour une théorie, toute vraisemblable qu'elle serait; on doit avant tout les convaincre de son exactitude et alors l'opposition tombera d'elle-même. Ces paroles seraient suffisamment compréhensibles, s'il se trouvait dans la science quelque chose qui pût leur faire du tort; mais l'opposition qu'ils font n'est pas dirigée contre la *doctrine,* mais contre le bon sens, et il n'y a pas de science dans le monde qui puisse vaincre cette opposition systématique.

Le principe de l'enseignement chimique est tellement simple et ce qu'on demande des cultivateurs est tellement lié à leurs intérêts, qu'il n'y a que cette opposition qui soit inconcevable pour un homme sans prévention.

La science a pris pour elle ce que la pratique ne pouvait faire; elle a analysé le sol, l'air, les excréments des hommes et des animaux, les racines, les feuilles, les tiges, les semences, les fruits et les tubercules, le sang et la chair des animaux; elle a recherché ce que leur organisme renferme de substances fixes et volatiles et tout ce qui a rapport à leur production; elle a mis sous les yeux du cultivateur le résultat de ces analyses et lui a montré que les plantes, les engrais et le sol ont certaines substances fixes communes à l'un et à l'autre. De la présence constante de ces substances

dans les végétaux, elle a conclu qu'elles sont nécessaires à la formation des plantes et de leurs diverses parties, d'où il résulte visiblement qu'elles sont aussi nécessaires au sol sur lequel les végétaux doivent se développer et encore nécessaires au fumier pour que celui-ci soit efficace. La science a montré, en outre, toujours la balance à la main, que les sols les plus riches ne contiennent seulement que très-peu de pour cent de ces substances.

La science n'exige du cultivateur que l'acquisition d'une somme très-minime de connaissances chimiques nécessaires pour comprendre le langage de la chimie et pour se convaincre des vérités qu'elle renferme ; il serait contraire au bon sens de croire que cette étude pourrait faire du tort; elle les engage à s'assurer, à leur manière, si ces faits sont justes; si un champ qui ne renferme pas ces substances est encore favorable à la culture des plantes, et s'il ne peut acquérir une nouvelle fertilité quand on lui donne ces mêmes substances, ou si un champ qui en renfermait beaucoup peut devenir improductif quand on les lui enlève. Cette épreuve à son tour ne saurait être préjudiciable.

Lorsque le cultivateur a acquis de la sorte la conviction que les faits chimiques et les conclusions tirées sont d'accord avec les faits et les résultats de l'expérience agricole, alors la chimie a fait tout ce qu'elle avait à faire pour l'agriculture. Tout ce qu'elle enseigne en dehors de cela n'est plus de la chimie, mais quelque chose de commun à toutes les sciences.

Lorsqu'on a établi de la manière précitée un accord parfait entre les expériences chimiques et agricoles, il est évidemment dans les intérêts du cultivateur de diriger tous ses efforts dans ce sens et de corriger les fautes qui ont pu être commises; cela ne peut lui être qu'a-

vantageux. C'est ce à quoi les pousse, non pas la chimie, mais le simple bon sens de l'homme ; il leur dit qu'ils doivent toujours avoir soin que ces substances soient prêtes et veiller à ce qu'elles soient restituées au sol, qu'avec cela leurs terres stériles deviennent fertiles, que celles qui étaient fertiles auparavant le deviennent encore davantage et que la fertilité se conserve à celles qui la possèdent; elle leur dit que l'art agricole ne peut avoir pour but de rendre moins fertile un champ qui l'était beaucoup, et stérile un champ qui était productif.

La science admet comme principe que chaque opinion, pour être considérée comme vraie dans l'enseignement, a besoin d'être prouvée et que ces preuves ne doivent pas être contraires aux vérités incontestables, par exemple, que deux fois deux font quatre et non pas cinq.—Elle ne reconnaît pas comme exactes les conclusions qui sont contraires à cette vérité, et il est évident que ce n'est pas exiger des cultivateurs quelque chose d'absurde, que de les engager à adopter le même principe comme guide dans leurs conclusions et leurs conséquences. Le conflit alors se borne à cela ; il s'agit, en somme, beaucoup moins des préceptes et des faits chimiques que des conclusions et des conséquences qu'en déduit le simple bon sens.

Le débrouillement de tous les principes scientifiques ne date pas d'hier; il y a environ dix-sept ans qu'il a commencé, et l'enseignement agricole (voyez la première lettre) n'aurait pas résisté aussi longtemps à la force de la vérité et du bon sens naturel, s'il n'avait pas été renfermé comme dans un mur et protégé contre leur atteinte.

Les vérités chimiques contenues dans ces lettres peuvent être réunies en une seule formule qui, bien qu'elle

paraisse avoir une forme mathématique, peut être comprise de chacun :

$$P = N - E$$

Dans cette formule, P signifie *produit* (grain, pommes de terre, betteraves, etc.); N signifie nourriture ou substances nutritives (acide phosphorique, potasse, chaux, ammoniaque, etc.); E signifie empêchement, opposition, résistance.

Voici, du reste, la traduction de la formule en langage ordinaire :

L'élévation des produits (d'une terre) correspond ou est en rapport avec les substances nutritives contenues dans le sol, moins toutes les causes ou circonstances qui empêchent les substances nutritives de favoriser la production. Si la lettre N signifiait six morceaux de pomme et E trois doigts qui retiendraient deux de ces six morceaux de pomme, il n'y aurait que les quatre autres de libres et qui pourraient être mangés.

Tout le contenu de ces lettres n'est que le développement de cette formule; tout ce qui a été dit sur l'élévation et la plus-value des produits, sur la fertilité, la culture du sol, les engrais, etc., tout cela y est contenu, et on comprend que, si cette formule est vraie, elle renferme un million de recettes sur la manière d'obtenir de meilleures récoltes, et de les faire durer indéfiniment; on comprend encore que l'avenir de nos champs et le bien-être des cultivateurs dépendent de sa démonstration claire et rigoureuse, et personne ne peut nier que le développement et la discussion de cette formule ne soient d'une grande valeur et d'une haute importance pour l'agriculteur.

Tout ce que l'agriculture pratique a gagné de connaissances, depuis une couple de mille ans, en ce qui concerne

les engrais, elle le doit aux principes vrais qui sont les conditions premières de toute conclusion exacte. Appuyée sur des recherches qu'elle avait faites concernant l'alimentation des végétaux, la science, en 1840, indiqua aux cultivateurs le guano comme un moyen immanquable d'augmenter la production de grain et de viande et en recommanda l'usage de la manière la plus pressante. Avant l'année 1840, il n'y avait pas encore de guano employé comme engrais sur aucun champ européen. Lorsque le premier navire chargé de guano aborda à Liverpool, on fit avec ce guano une foule d'expériences infructueuses. L'utilité de cet engrais devint un objet de controverse entre les cultivateurs, jusqu'à ce qu'ils eurent passé l'école de son emploi.

Depuis cette époque, plusieurs centaines de navires ont déjà apporté au continent européen pour 600 millions de francs de guano ; depuis la même époque, on a récolté en plus environ 400 millions de quintaux de grain ou leur équivalent en viande.

Il est vrai que sans cela le guano aurait également fait son chemin en Europe, car une bénigne providence laisse une pomme mûrir en temps convenable, et lorsqu'elle tombe de l'arbre et qu'elle pourrit, c'est l'homme ou bien le sol qui est cause que le pepin ne germe pas. Le guano n'aurait peut-être pas fait son chemin avec tant de rapidité ; mais, pendant les années de stérilité que nous avons eues, il est venu assouvir la faim et apaiser les besoins de plusieurs millions d'individus.

Le théoricien qui prédisait les effets produits par le guano n'avait pas vu les conséquences favorables qui résultaient de son emploi, comme notre « partisan de l'azote » le vit plus tard en Angleterre ; mais ces conséquences découlaient de l'analyse chimique qui en fut

faite : elles étaient les résultats du principe : *que si l'on possède une terre épuisée par la culture du grain, on doit lui rendre ce que le grain lui a enlevé.*

Ce ne fut pas cette espèce de chimie qui prédit après coup, ce ne fut pas la caricature de la science (voir la première lettre), mais la science véritable qui donna au cultivateur le moyen de rendre le phosphate de chaux plus propre à la nourriture des plantes par l'action de l'acide sulfurique et de gagner ainsi sous le rapport du temps; il y a dix ans qu'en Angleterre, l'emploi de ce procédé augmente la production des fourrages, tout comme si l'on avait doublé la surface du champ; depuis lors, on produit sur la même superficie plusieurs millions de quintaux de viande, ou son équivalent en grains de plus.

Le théoricien qui avait donné ce moyen, n'avait pas vu son action, ainsi que les chimistes agricoles en Angleterre, mais il l'avait conclu du principe : que l'action d'un engrais, sous le rapport du temps, doit augmenter en proportion de l'augmentation de la surface qu'il occupe.

Tout ce que font encore aujourd'hui les cultivateurs pratiques et les sociétés agricoles, tout ce qu'ils peuvent conclure, dans leurs réunions annuelles, sera perdre son argent et son temps à des essais infructueux, aussi longtemps qu'ils ne laisseront pas le pouvoir à l'expérience et à la logique, c'est-à-dire au bon sens : mais s'ils le font, ils auront par là la science tout naturellement.

Il y a une recette pour la fertilité de nos terres et pour la durée continuelle de leur production ; si on l'emploie convenablement, on verra qu'elle est plus avantageuse qu'aucune de celles que l'agriculture ait employées jusqu'aujourd'hui. Cette recette la voici :

Chaque cultivateur qui conduit à la ville un sac de grains ou un quintal de colza, de betteraves ou de pommes de terre, doit, comme le paysan chinois, ramener de la ville tout autant (et même plus) de substances nutritives fixes et les rendre au champ auquel il les a enlevées; il ne doit pas dédaigner une simple pelure de pomme de terre ni un fétu de paille, mais penser que cette pelure et ce fétu manquent à ses épis et à ses pommes de terre. De cette manière, il dépense peu son profit et son placement est certain; une caisse d'épargne n'est pas plus sûre et aucun capital ne donne de plus beaux intérêts. La surface de son champ se trouvera, en dix ans, doublée sous le rapport de la production; il lui fournira plus de grain, plus de viande et plus de fromage, sans qu'il doive dépenser pour cela plus de travail ni de temps. Les soins que lui coûtaient ses terres seront considérablement diminués, et il ne sera plus continuellement tracassé par la recherche de moyens inconnus ou nouveaux (et qui, après tout, n'existent pas), d'augmenter ou de changer leurs produits.

Tous les propriétaires d'un grand pays devraient former une société dans le but de former des dépôts de déjections d'hommes et d'animaux, sous la forme la plus convenable pour pouvoir être envoyés de côté et d'autre. Les os, la suie, les cendres lavées ou non lavées, le sang des animaux, les déchets de toute sorte seraient réunis ensemble et préparés pour le débit par leurs propres employés.

Pour rendre ceci possible et facile à faire, les conseils communaux et la police dans les villes devraient veiller à ce que les fosses d'aisances et les conduits destinés à recevoir toutes les matières fécales fussent dans des conditions convenables pour prévenir toute perte de

ces substances (1). Cela admis, que tous les paysans, tous les cultivateurs mettent annuellement chacun un franc dans une caisse commune et qu'on laisse de pareilles sociétés se former dans toutes les villes du pays ; il n'y a pas de doute qu'après un petit nombre d'années, chacun ne puisse suivre la recette que nous avons donnée plus haut, sans le secours de personne.

Les cultivateurs ne doivent pas se fier au guano, le prix en est à peu près doublé, et personne ne peut raisonnablement vouloir que la production de tout un pays dépende d'un engrais étranger (2). Ils doivent chercher à

(1) Le ministère de l'intérieur à Munich, a fait prendre dans ce sens, des mesures très-utiles, en vue de l'état sanitaire de la ville : et le succès dépendra du zèle avec lequel les propriétaires seconderont les vues éclairées de l'administration.

(2) Il est presqu'à craindre que le guano ne joue dans l'histoire un rôle malheureusement trop important. Si l'on songe qu'un quintal de guano renferme les éléments fixes de 25 à 30 quintaux de froment, ou de substances équivalentes, et qu'employé comme engrais pendant une série de récoltes, il détermine la production d'une pareille quantité d'aliments, on peut se faire une idée de l'énorme valeur que doivent avoir, pour la culture du froment en Europe, les dépôts de guano de l'Amérique. L'accroissement considérable de la population de Londres et des autres grandes villes de l'Angleterre, ne fait qu'augmenter annuellement la perte qu'éprouvent les champs de la Grande-Bretagne sous le rapport de leurs conditions essentielles de fertilité. D'autre part, la conservation et la réunion des excréments paraît offrir des difficultés insurmontables au moins à Londres. On voit par là que l'Angleterre ne pourra continuer à produire du blé qu'à la faveur d'une importation incessante de guano, et aujourd'hui même, elle consomme, à elle seule, les neuf dixièmes de tout le guano importé en Europe. Il y a une quinzaine d'années, les agriculteurs américains regardaient le guano avec une sorte de mépris ; mais il n'en est plus ainsi aujourd'hui ; et l'année dernière on en a importé huit millions de quintaux dans les États-Unis. Dans l'état actuel de l'agriculture en Angleterre, l'Amérique a la faveur du monopole du guano, domine tous les marchés de grains de l'Europe, et surtout de l'Angleterre, et si, par un concours quelconque de circonstances, l'Angleterre ne recevait plus de guano, il en résulterait des conjonctures dont on ne saurait calculer la portée. Des guerres sanglantes ont éclaté pour des sujets bien moins importants.

ne plus avoir recours qu'à eux-mêmes, avec tous les moyens qui sont à leur disposition ; alors, mais seulement alors, la chimie leur rendra les services les plus signalés. Tant qu'ils demanderont à cette science des moyens magiques ou surnaturels, elle ne pourra leur porter secours ; ils doivent penser que là où les bons moyens ne réussissent pas, il n'y a qu'un manque de bonne volonté ; les moyens existent toujours partout (1).

(1) Ce ne sont pas seulement les terres placées près des grands centres de population et de consommation qui emploient ces moyens : nos paysans s'arrangent pour venir chercher, même de bien loin, et dans leurs mauvais chariots, un supplément au peu de fumier que produit leur étable. On peut dignement comparer au *kuli* chinois le paysan actif du duché de Lucques, qui, dans un rayon de 6 milles, et grâce aux bienfaits de l'irrigation, récolte deux moissons par an, sans jamais donner de repos au sol, et sans connaître le guano, même de nom. Mais il ne se contente pas d'aller à Lucques, qui se trouve dans les voisinage ; il se rend aussi à Livourne et à Pise, pour y vider les cloaques, dont le contenu, grâce au zèle infatigable de notre cultivateur, produit une végétation d'une puissance incroyable, et qui sert à l'alimentation de la population relativement très-grande de ce vieux duché. Les barques de Viareggio viennent chercher dans ces ports le fumier des chèvres des maremmes, pour la culture de l'olivier sur la côte d'Apoue.

Nos maremmes se trouvent, par leur nature spéciale, en dehors de ce cercle de compensations. Le défrichement et la culture du blé s'y développent de plus en plus tous les ans, quoique lentement ; mais la population faible et nomade de ce désert dont l'air est si insalubre, ne saurait accumuler une quantité d'engrais proportionnelle au produit récolté. L'introduction graduelle de la culture par rotation ne pourrait amener à la fin que l'épuisement que la culture intensive a produit ailleurs : et cette remarque n'a pas échappé aux propriétaires et aux cultivateurs, qui mettent tant de zèle à l'établissement de l'agriculture dans ces contrées. Peut-être la stérilité et le délaissement auxquels ce malheureux pays a été condamné aussi longtemps, résultent-ils du système de rapines des Romains et des Etrusques.

L'agriculture en Toscane est telle, qu'elle rend au sol les éléments que la science indique comme étant les plus efficaces : aussi est-elle, sous ce rapport, bien plus avancée que dans d'autres pays. (*Sei nuove lettre chemice sull' agricultura di Giusto Liebig, compendiate et annotate de Gustavo Dalgas, Phil. Florenze Tehce Paggi*, 1858, p. 95).

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE LETTRE.

De l'agriculture pratique considérée dans ses rapports avec la chimie. — Pratique expérimentale et théorie. — Méthode inductive. — Tendance de l'agriculture vers les connaissances scientifiques. — Causes de la lenteur avec laquelle se développe la science agricole. — État actuel de ce développement. 1 à 19

DEUXIÈME LETTRE.

Conditions générales de la vie des plantes. — Principes contenus dans leurs cendres. — Substances nutritives des plantes. — Action du sol pendant la végétation. — Rapidité et durée de l'action des substances nutritives. — Idée fausse sur l'action de l'eau. — Conditions que doit réunir toute terre cultivable, sous le rapport de la potasse, de l'ammoniaque et de l'acide phosphorique. 20 à 32

TROISIÈME LETTRE.

Selon toute apparence, les plantes tirent directement leur nourriture du sol. — Analyse des eaux de rivière, de source et de drainage. —

Réflexions à ce sujet. — Action des plantes lors de l'absorption des éléments nutritifs appartenant au règne minéral. — Analyse de la lentille des marais. — Du limon des marais considéré comme engrais. — Propriété que possède le sol d'absorber l'eau contenue dans l'air humide. — Phénomènes qui accompagnent l'absorption des vapeurs. 33 à 45

QUATRIÈME LETTRE.

Part que prend l'humus à la végétation. — Expériences de Lawes sur l'action des sels ammoniacaux. — Effet des nitrates. — Du sel commun. — Essai de fumures faites au moyen des sels ammoniacaux et du sel commun ; leur effet sur les récoltes d'été. — Résultats que recherche l'agriculture pratique dans ses essais de fumure. — Utilité du sel commun employé avec les autres engrais.—Action des sels ammoniacaux, du chlorure et du nitrate sodiques en présence des phosphates contenus dans le sol ; leur effet sur la végétation des plantes. 46 à 62

CINQUIÈME LETTRE.

Influence de l'azote sur la puissance productive du sol.— Expériences de Schattenmann, de Lawes et de Kuhlmann. — Résultats de ces expériences. — Différences dans les produits du sol sur la même contrée. — Rapports qui existent entre les produits du sol, leur durée et la somme des substances nutritives fixes qui y sont contenues. 63 à 76

SIXIÈME LETTRE.

Des éléments nutritifs contenus dans l'atmosphère. — Distinction entre les plantes annuelles et les plantes vivaces, au point de vue de la nutrition et de la direction de l'assimilation. — Influence de la surface foliacée et de la durée de la végétation. 77 à 88
Appendice à la sixième lettre. 89 à 94

SEPTIÈME LETTRE.

Influence de l'époque à laquelle se fait une fumure sur l'effet que celle-ci produit. — Conditions nécessaires à la floraison et à la formation de la semence. — Action chimique des principes nutritifs sur les plantes. — Maladies occasionnées par cette action dans les plantes : moyen de les guérir. 95 à 102

HUITIÈME LETTRE.

Comment se comportent les plantes sous le rapport de l'absorption de leurs principes nutritifs incombustibles. — Influence du travail mécanique du sol sur sa fertilité. — Engrais verts. — Épuisement du sol. — Lois de cet épuisement pour les plantes cultivées. — État de la plupart des terres cultivées de l'Europe. — Action chimique qui se fait sentir pendant la distribution des substances nutritives dans le sol. — Fécondité des terres en culture. — Influence sur la qualité de la semence. — Conditions nécessaires à la production abondante des grains. — Comment agissent les herbages, les betteraves et les plantes à tubercules dans le sol. — Épuisement du sous-sol. — Rapport qui existe entre la quantité de nourriture qu'absorbe une plante et la surface externe de ses racines. — Fumure avec les engrais de basse-cour. — D'où provient le fumier. — Fumier d'étable. — Part que prennent les parties combustibles et incombustibles du fumier au rétablissement de la fertilité du sol. — Causes de l'action du fumier d'étable. 103 à 131

NEUVIÈME LETTRE.

Tous les phénomènes organiques sont dominés par la loi de la nécessité et de la dépendance mutuelle. — Comment les agronomes considèrent cette loi. — Analyse chimique et pratique. — Leçons de l'expérience sur tout ce qui a rapport au sol, à l'augmentation des produits et aux engrais, en opposition avec la science. — Opinions de Walz sur la composition du sol, sur les causes de sa fertilité et de son épuisement, et sur l'action du fumier. — Discussion de ces opinions. — Leçons de l'agriculture moderne sur la production du fumier. — Du guano et de son utilité en agriculture. — Conditions des terres dans la culture raisonnée. 132 à 159

DIXIÈME LETTRE.

Devoirs du cultivateur instruit et des professeurs d'agriculture. — Loi naturelle pour l'augmentation et la durée des produits des champs. — Culture de gaspillage. — Culture rationnelle. — Observations sur le mode de culture pratiqué en Amérique. — Culture intensive. — Rapports entre la production du trèfle et celle du grain. — Système de culture avec jachères, avant la guerre de Trente Ans. — Commencement de la culture du trèfle en Allemagne. — Culture triennale. — Culte qu'on semble rendre au fumier. — Erreur de l'agriculture moderne à ce sujet. 160 à 184

ONZIÈME LETTRE.

De l'ammoniaque comme substance nutritive des plantes. — Rôle de l'eau dans la végétation. — Conditions nécessaires à l'emploi de l'ammoniaque comme engrais. — Valeur agricole des différentes espèces de guano et des excréments des animaux. — Perte d'engrais par suite de l'accaparement des substances alimentaires par les villes. — Leur remplacement au moyen du guano. — Influence nuisible de la culture de la vigne et du tabac sur la production du grain et de la viande. — Cause naturelle de l'appauvrissement du sol au moyen de la culture. 185 à 208

DOUZIÈME LETTRE.

État de l'agriculture moderne sous le rapport historique. — Notions sur l'agriculture d'après les écrits des anciens Romains. 209 à 217

TREIZIÈME LETTRE.

De l'agriculture en Chine. 218 à 226

QUATORZIÈME LETTRE.

État dans lequel se trouvent les écoles supérieures d'agriculture. — Leur peu de vitalité. — L'enseignement scientifique en présence des cultivateurs. — Concordance des expériences chimiques et agricoles. — Formule simple pour les principes chimiques exprimés dans les lettres. — Recette pour la fertilité des champs et la durée constante de leurs rendements. 227 à 240

120